



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD DE 1 KM DE CALLES DEL BARRIO MIGUEL
MEREL, EN EL MUNICIPIO DE LA LIBERTAD DEPARTAMENTO DE
CHONTALES.**

Para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por

Br. Limeyri de los Ángeles Morales González

Br. Jara Massiel Díaz Guerrero

Br. Rimary Massiel Meza Marín

Tutor

Ing. Manuel de Jesús González Murillo

Managua, Octubre de 2019

Managua, Octubre de 2019

Dr. Oscar Gutiérrez Somarriba.

Decano Facultad de Tecnología de la Construcción (FTC)

Su despacho

Estimado Dr. Gutiérrez

Tengo el agrado de informarle que he concluido la tutoría del trabajo monográfico titulado **"ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD DE 1 KM DE CALLES DEL BARRIO MIGUEL MEREL, EN EL MUNICIPIO DE LA LIBERTAD DEPARTAMENTO DE CHONTALES."**, el cual fue debidamente revisado por el suscrito y considero que presenta los requisitos legalmente establecidos por los reglamentos de culminación de estudios vigente por nuestra institución para ser sometida a pre defensa, a fin que los bachilleres: Limeyri de los Ángeles Morales González, Jara Massiel Díaz Guerrero, Rimary Massiel Meza Marín, opten al grado de ingeniero civil.

La presente monografía ha completado los objetivos planteados en el protocolo existiendo correspondencia metodológica y técnica; durante el desarrollo del estudio los sustentantes mostraron independencia e iniciativa para la realización del mismo. Por lo tanto, considero que el documento reúne los requisitos para ser defendido antes los miembros del tribunal que examinador que usted delegue.

Sin más que agregar aprovecho la ocasión para expresarle mis muestras de consideración y aprecio.

Atentamente,

Ing. Manuel González Murillo

Tutor

Cc: / Sustentantes

Archivo cronológico

Dedicatoria:

Dedico este trabajo principalmente a Dios, quien como guía estuvo presente en el caminar de mi vida, bendiciéndome y dándome fuerzas para continuar con mis metas trazadas sin desfallecer, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres: Octavio Morales, Yoysis González por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, por ser el pilar más importante de mi vida, por demostrarme siempre su cariño, apoyo incondicional, y transmitirme el deseo de superación, es gracias a ustedes que hoy he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que hoy soy.

A mis hermanas (os) por estar siempre presentes acompañándome, por el apoyo moral, que me han brindado a lo largo de esta etapa de mi vida.

Br. Limeyri Morales

Agradecimiento:

Me van a faltar palabras para agradecer a las personas que se han involucrado en que este sueño se haga realidad, sin embargo merecen reconocimiento especial mi papá, mi mamá, que con su esfuerzo y dedicación me ayudaron a culminar mi carrera universitaria, dándome el apoyo suficiente para no decaer cuando todo parecía complicado e imposible.

Asimismo, agradezco infinitamente a mis hermanos que con sus palabras me hacen sentir orgullosa de lo que soy y de lo que les puedo enseñar.

A mi madrina, por el enorme apoyo que me ha dado desde que inicie a estudiar mi carrera universitaria, infinitamente gracias.

De igual forma, agradezco a mi tutor de Tesis, a mi asesor que gracias a sus consejos y correcciones hoy puedo culminar este trabajo. A los Profesores que me han visto crecer como persona, y gracias a sus conocimientos hoy puedo sentirme satisfecha con mis logros.

Br. Limeyri Morales González

Agradecimiento

Agradezco primeramente a Dios, nuestro padre celestial, por haberme dado salud, sabiduría, fuerzas durante el tiempo empleado ya que sin su voluntad nada de esto hubiese sido posible.

A mi madre Petrona Guerrero, mi hermana Karla Patricia Guerrero y de más hermanos por brindarme su apoyo y motivación quienes son fuentes de inspiración inculcadores de principios, valores y buenos hábitos los cuales han hecho de mí una persona de bien para sobre salir adelante día con día en el trayecto de mi vida, les doy las gracias infinitas por su apoyo incondicional por su lucha constante, por concederme mis estudios. Por el apoyo, consejo, sabiduría en todo este proceso de aprendizaje.

A una persona muy especial que de alguna manera u otra me ha apoyado y que ha sido testigo de mis esfuerzos por a ver hecho realidad mi sueño gracias por tu apoyo incondicional.

A mi familia, amigos y a todos aquellos que han aportado para finalizar nuestro trabajo con éxito, brindándonos información que necesitábamos, gracias a toda mi familia y seres querido por todo su amor y apoyo necesario antes, durante y actual en mis estudios.

A mi tutor Ing. Manuel De Jesús Gonzales por su valioso tiempo y aportes para nuestra investigación, por animarnos en todo momento y darnos esa seguridad que si nos esforzamos se pueden cumplir las metas planeadas en nuestra vida y estar a la disposición en todo momento. A nuestro asesor Ing. Fernando Torrez por ser una persona emprendedora, por su apoyo incondicional al brindarnos sus conocimientos, seguridad y confianza quien nos guio para la realización de este trabajo.

A nuestros maestros quienes fueron fuente de enseñanzas, conocimientos y consejos que nos serán muy útiles en el camino que nos queda por recorrer.

Br. Jara Massiel Díaz Guerrero

Dedicatoria

Esta tesis se la dedico a Dios en primer lugar, ya que él ha sido mi mejor amigo en las buenas y malas, en las noches más frías y en las más cálidas. Por eso se lo debo todo a él; Porque a pesar de mis errores, él ha sabido guiar mi vida por el sendero de la verdad dándome su perdón y regalándome nuevas oportunidades en mi vida.

A mi mayor tesoro que amo tanto mi hijo Anthony Marcell García Meza por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más y así poder luchar contra todo obstáculo para que la vida nos depare un futuro mejor.

A mis dos madres: María Marín y Lucila López quienes con sus palabras de aliento no me dejaron decaer para que siguiera adelante y siempre sea perseverante y cumpla mis ideales, ofreciéndome su amor incondicional que me lleva a admirarlas cada día.

A mi esposo Anthony García por creer en mi capacidad, aunque hemos pasado momentos tan difíciles siempre ha estado ahí brindándome su apoyo, comprensión y cariño.

A mi hermana Greissy Meza Marín y mi hermano Osneider Meza Marín pues ellos siempre han sido un cimiento para la construcción de mi vida profesional, sentaron en mí las bases de responsabilidad y los deseos de superación.

A mis suegros Sr. José Antonio García y Sra. Lourdes Hurtado quienes han estado presente en la duración de mi carrera, quienes sin esperar nada a cambio me han apoyado con el cuidado de mi hijo, para así poder adquirir esta meta y hacerla realidad.

¡Que nadie se quede afuera se los dedico a todos!

Mil veces gracias.

Br. Rimary Massiel Meza Marín

Agradecimiento

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a Dios por guiarme en mi camino, por brindarme salud, sabiduría, fortaleza, capacidad y sobre todo Fe; ayudándome a solucionar todos los problemas de la adversidad y permitirme concluir con mi objetivo.

Agradeciéndole mi amor y gratitud a mis dos madres: María Marín y Lucila López, por sus oraciones, su generosidad y su inalcanzable ayuda en todo momento, gracias por sus consejos y paciencia. Quienes han luchado por hacerme persona de bien, ya que por ellas he llegado a culminar un peldaño más de mi vida.

A mi esposo Anthony García por su apoyo incondicional, por estar en los momentos más importantes, que con su amor y respaldo, me ayuda a alcanzar uno de mis objetivos.

A mi amado hijo Anthony Marcell García Meza que en el transcurso de mi vida ha sido uno de los obsequios más grandiosos y el pilar más fuerte para mi lucha del día a día.

A mi hermana Greissy Meza Marín y hermano Osneider Meza Marín por llenarme de alegría día tras día, por todas las lecciones manifestadas, por las peleas, los gritos, por herir mi cuerpo de puro amor, por trajinar conmigo en los momentos malos, de locuras y sobre todo los buenos, por el aporte que le han proporcionado a mi vida. ¡Saben que los Amo!

A mis suegros Sr. José Antonio García y Sra. Lourdes Hurtado que de una u otra manera se involucraron en este proyecto y brindaron su colaboración.

A mi tutor Ing. Manuel Murillo, quien desde el primer momento me brindo su honestidad y fue de gran sustento para realizar mi mayor anhelo.

A mi asesor Ing. Fernando Torres, un hombre que desde el inicio de esta etapa me brindo su confianza, amistad y comprensión y no quiero dejar de reconocer su colaboración en el desarrollo de esta tesis.

A ustedes mis compañeras de Universidad, de Tesis; Limeyri Morales y Yara Díaz. Ya que sin su ayuda esto no sería posible. Todas en conjunto me hicieron ver, que sin importar las circunstancias, todo se puede si de verdad se quiere. ¡Gracias!

Y por supuesto a mí querida y prestigiada Universidad y a todo el cuerpo de docentes UNIR-CJ Sede Juigalpa, por permitirme finiquitar un período de mi vida, gracias por la atención, orientación y la enseñanza dada.

¡Gracias a todos por darme la libertad de desenvolverme como Humano!

Br. Rimary Massiel Meza Marín

RESUMEN

La presente monografía “Estudio de pre-factibilidad de 1 km de calles del barrio Miguel Merel municipio de La Libertad departamento de Chontales” se estructura de la siguiente forma:

Capítulo I: Este capítulo aborda las generalidades del tema; tales como: introducción, antecedentes, justificación y objetivos.

Capítulo II: Tiene como finalidad dar un planteamiento a toda la comunidad que de una u otra forma está siendo beneficiada con este proyecto la solución a una problemática que está afectándolos, reuniendo la opinión de la comunidad mediante la realización de encuestas, se logró observar que es más que evidente que dicho proyecto traerá impactos positivos a los habitantes.

Capítulo III: Consiste en un estudio de mercado donde se analiza la demanda del proyecto, las necesidades de este que tienen los pobladores del barrio Miguel Merel del municipio de La Libertad departamento de Chontales.

Capítulo IV: Aquí se presenta la información sobre el estudio de suelo; donde se analizaron las características físico-mecánicas de los suelos para la determinación de su utilidad en la vía como base sub-base y subrasante que soportarán las cargas a las que serán sometidas e inducidas por la cantidad de ejes equivalentes de diseño, el análisis granulométrico y su respectiva clasificación.

Se realizó un aforo vehicular en el cual se presenta el estudio y análisis del tránsito, necesario para determinar el número ESALs. Describe la recopilación de datos, clasificación de vehículos, clasificación del tipo de vehículo de acuerdo con la disposición de sus ejes, procesamiento de la información, tasas de crecimiento, período de diseño, proyección del tránsito, tránsito Inicial en el año 0, factor de

crecimiento, factor de distribución direccional, factor carril, tránsito en el año n y número de año en el período de diseño.

Comprende el diseño de la estructura de pavimento articulado; de forma manual, en el cual se realizó el cálculo de los espesores de cada capa que conforman el pavimento. A la vez se detalla el procedimiento para seleccionar los parámetros de diseño tales como: Ejes equivalentes de diseño, confiabilidad, serviciabilidad, desviación estándar y el CBR de diseño; el cual sirvió como base para determinar el módulo de resiliencia y el valor de los coeficientes estructurales y finalizando con el cálculo de la estructura de pavimento.

Capítulo V: El estudio económico determinó la viabilidad del proyecto mediante el cálculo de los costos directos, indirectos extraídos del manual del Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE), costos de mantenimiento se analizó los incrementos de las propiedades aledañas al proyecto (Plusvalía), con datos de valores actuales de los terrenos proporcionados por el área de catastro de la alcaldía de La Libertad.

Capítulo VI: Se realizó la evaluación ambiental donde se identificaron los impactos ambientales positivos y negativos que se generan en la construcción de la estructura de pavimento (adoquinado). Este proyecto tiene impactos ambientales positivos especialmente en el ámbito social, donde se esperan futuros beneficios de mayor facilidad de acceso a los servicios públicos; mejora en los servicios de transporte reduciendo los costos de viaje y aumento en la seguridad del viaje.

Se identificaron impactos ambientales negativos, sin embargo, con la implementación de las medidas de mitigación, propuestas en el Plan de Manejo, estos impactos serán prevenidos, mitigables y compensables.

ÍNDICE

Contenido	Pág.
CAPITULO I: GENERALIDADES	1
1.1 INTRODUCCION.....	1
1.2 ANTECEDENTES.....	4
1.3 JUSTIFICACION.....	5
1.4 OBJETIVOS.....	6
1.4.1 Objetivo general.....	6
1.4.2 Objetivos específicos	6
1.5 MARCO TEÓRICO	7
1.5.1 ESTUDIO DE MERCADO.....	7
1.5.2 Estudio técnico.....	8
1.5.2.1. Estudio de tránsito	8
1.5.2.2 Tránsito de diseño	10
1.5.3 Estudio de suelo	11
1.5.4 Diseño de pavimento.	11
1.5.4.1 Estructura del pavimento.	11
1.5.5 Diseño estructural de pavimento.....	12
1.5.6 ESTUDIO FINANCIERO	14
1.5.6.1. Evaluación económica.	14
1.5.6.2. Costos incurridos o de inversión.	14
1.5.6.3. Costo Unitario.	14
1.5.7 Impacto Ambiental.	15
1.5.7.1. Descripción del estudio	15
1.5.7.2. Evaluación Ambiental	16
1.5.7.3. Plan de contingencia.....	16
CAPITULO II: ESTUDIO DE DEMANDA	17
2.1 Identificación del proyecto.....	17
2.1.2 Población de la zona de influencia.....	18
2.1.2.1 Población:	18

2.2	Numero de encuestas.....	18
2.2.1.1	Población total.	19
2.3	Organización territorial.....	19
2.4	Infraestructura social.....	20
2.4.1	Viabilidad y transporte.....	20
2.4.2	Energía.	20
2.4.3	Acceso a agua potable.	20
2.4.4	Educación.	20
2.4.5	Salud.....	21
2.4.6	Afectaciones por enfermedades.	21
2.4.7	Vivienda.	23
2.4.8	Resultado de las encuestas.....	23
2.4.9	Análisis de las encuestas.....	23
2.4.9.1	Genero de población.....	23
2.4.9.2	Rango de Edades de la población.	24
2.4.9.3	Medios de Transporte que se utiliza.	25
2.4.9.4	Dificultad para trasladarse por el tramo de carretera.	26
2.4.9.5	Que dificultades tiene.	27
	Imagen 4. Resultados del tipo de dificultad.....	27
2.4.9.6	Opinión de la población sobre el estado de la calle.	28
2.4.9.7	Problemas provocados por el mal estado del tramo.	29
2.4.9.8	Beneficios que traerá la construcción del adoquinado.....	30
2.4.9.9	¿Qué recomendación le darías a las autoridades del gobierno, para que el proyecto sea más exitoso y de acuerdo a las necesidades de la población?	31
2.4.9.10	Qué opinión tiene acerca de la construcción del tramo de adoquinado en su barrio/ Municipio.....	32
	Matriz de marco lógico.	33
	CAPITULO III: ESTUDIO DE MERCADO.....	35
3.1	Análisis del mercado con respecto al proyecto	35
3.2	Recopilación de la información	35
3.2.1	Necesidades de la población.....	35
3.2.2	Fuentes de información	36
3.2.3	Técnica de investigación cuantitativa.....	36

3.3	Ahorro por enfermedad.....	38
3.3.1	Beneficios.	38
CAPITULO IV: ESTUDIO TECNICO		40
4.1	Estudio de suelos.....	40
4.2	Trabajo de campo	42
4.2.1	Extracción de muestras de sondeos de la línea (calles).	42
4.3	Investigación del banco de material	43
4.4	LIMITES DE CONSISTENCIA (NORMA TECNICA ASTM 4318-84)	45
4.4.1	Determinación de Límite Líquido (L.L)	45
4.4.2	Determinación de Límite Plástico (L.P).....	46
4.4.2.1	Determinación del Índice de Plasticidad (I.P).....	48
4.5	Clasificación de muestras (NORMA TECNICA AASHTO M-145).	48
4.6	Compactación de suelos (NORMA TECNICA ASTM D 1557-91).....	50
4.7	Ensayo de valor relativo de soporte (C.B.R.) NORMA TECNICA (ASTM D 1883-73).....	52
4.8	ESTUDIO DE TRANSITO.....	56
4.8.1	Tránsito promedio diurno (TPDiurno).....	57
4.8.2	Ajustes del tránsito promedio diurno con sus respectivos valores de ajuste. 58	
4.9	Tránsito promedio diario anual (TPDA).....	59
4.9.1	Proyección de tránsito.....	59
4.9.2	Tasa de crecimiento vehicular (TC)	61
4.9.3	Cálculo de tasa de crecimiento de tránsito (i).	62
4.9.4	Tránsito de diseño.	62
4.10	DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO	67
4.10.1	Espesores de Pavimento	67
4.10.2	Análisis de cargas y ejes equivalentes (ESAL`s de diseño).....	71
4.10.3	Desviación estándar (S0).....	73
4.10.4	Coeficiente de drenaje.	74
4.10.5	Módulo de Resiliente (MR).....	75
4.10.6	Coeficientes Estructurales de capas.....	75
4.10.7	Calculo de espesores de capas y numero estructural (SN)	77

CAPITULO V: ESTUDIO ECONÓMICO	80
5.1 Costos de Inversión	80
5.1.1 Inversión fija.....	80
5.1.2 Inversión diferida.....	81
5.1.3 Inversión total.....	81
5.1.3.1 Costos de Operación.	82
5.1.4 Beneficios del proyecto.....	82
5.1.5 Plusvalía generada por la propiedad	83
5.1.6 Flujo de caja del proyecto	84
5.1.7 Tasa interna de retorno Económico (TIRE).....	84
5.1.8 Valor actual neto (VANE)	85
Fuente: Imagen propia	87
5.1.9 Evaluación Económica Social	87
CAPITULO VI: IMPACTO AMBIENTAL.....	89
6.1 Leyes ambientales vigentes en Nicaragua.....	89
6.2 Análisis de la calidad ambiental del área del proyecto.....	90
6.2.1 Impactos esperados al ejecutar el proyecto.....	91
6.3 Medidas de mitigación	94
6.4 Plan de Gestión Ambiental (PGA).....	96
6.4.1 Plan de Contingencia.....	106
VII. CONCLUSIONES	110
7.1 Conclusiones.	110
VIII. BIBLIOGRAFIA	112

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Población total del municipio.	19
Tabla 2. Puesto de Salud.	21
Tabla 3. Estadísticas de Enfermedades Respiratorias Agudas (ERA).	21
Tabla 4. Estadísticas de Enfermedades Diarreicas Agudas (EDA).	22
Tabla 5. Estadísticas de Dengue.	22
Tabla 6. Proyección anual de enfermedades.	22
Tabla 7. Género de la población encuestada.	23
Tabla 8. Edad de la población entrevistada.	24
Tabla 9. Medios de transporte que se utiliza.	25
Tabla 10. Dificultades que poseen los entrevistados al trasladarse.	26
Tabla 11. Dificultad de los entrevistados.	27
Tabla 12. Opinión de la población sobre el estado de la vía.	28
Tabla 13. Problemas provocados por el mal estado del tramo.	29
Tabla 14 . Beneficios que traerá la construcción del adoquinado.	30
Tabla 15. Recomendaciones.	31
Tabla 16. Opinión de la población sobre el estado de la calle.	32
Tabla 17. Matriz de Cuadro lógico (Objetivos).	33
Tabla 18. Matriz de Marco lógico (propósito).	34
Tabla 19. Matriz de marco lógico (Componentes).	34
Tabla 20. Cálculo del ahorro por gasto en enfermedad.	38
Tabla 21 . Proyección de gastos en enfermedades y transporte (C\$).	39
Tabla 22: Ensayo que se realiza a una muestra de suelo	41
Tabla 23: Formato utilizado para clasificar suelos (AASHTDM-145).	49
Tabla 24: Clasificación de muestras de suelo Método AASTHO.	50
Tabla 25. Resultados de los ensayos de compactación correspondientes a la línea y banco de materiales.	51
Tabla 26: Cargas unitarias patrón.	52
Tabla 27: Resultados de CBR para el banco de material compactado a 56 golpes..	54
Tabla 28: CBR de diseño.	55

Tabla 29: Clasificación de valor de soporte relativo en estructura de pavimento.	55
Tabla 30: Aforo inicial año 2016.	56
Tabla 31: Aforo vehicular 2019.	57
Tabla 32: Factores de ajuste vehicular.	58
Tabla 33: Transito promedio diario con sus respectivos valores de ajuste.	59
Tabla 34: Tasa de crecimiento Vehicular (TC).s	60
Tabla 35: TPDA Histórico por tipo de vehículo.	61
Tabla 36 : Comportamiento del producto interno bruto en los ultimos 10 años.	62
Tabla 37. Periodos de diseño para diferentes tipos de carreteras.	63
Tabla 38: Factor de distribución por dirección (FD).	64
Tabla 39: Factores de distribución por carril.	64
Tabla 40: Cálculo de transito Promedio Diario proyectado 2039.	65
Tabla 41: Tránsito de Diseño proyectado al año horizonte 2039.	66
Tabla 42. Tránsito de Diseño proyectado al año horizonte 2036.	67
Tabla 44 : Índices de Serviciabilidad	69
Tabla 45: Pérdidas de serviciabilidad.	70
Tabla 46: Cálculo de ESAL´s de diseño para cada tipo de vehículo.	72
Tabla 47: Niveles de confiabilidad.	73
Tabla 48: Desviación estándar para pavimentos rígidos y flexibles.	74
Tabla 49: Coeficientes de drenaje para pavimentos flexibles	74
Tabla 50: Costos Directos del Proyecto	80
Tabla 51: Costos Indirectos y costo total del Proyecto.	80
Tabla 52: Inversión diferida.	81
Tabla 53: Inversión Total.	81
Tabla 54: Costo de Mantenimiento.	82
Tabla 55: Aumento de valor de las viviendas y Predios.	83
Tabla 56: Flujo de caja	84
Tabla 57: Taza de descuento	87
Tabla 58: Análisis de la calidad ambiental del área del proyecto.	90
Tabla 59: Principales impactos que generará el proyecto.	92
Tabla 60: Principales impactos que generará el proyecto.	93

Tabla 61: Medidas de mitigación.....	94
Tabla 62: Medidas de mitigación.....	95
Tabla 63: Plan de Gestión Ambiental del proyecto.....	97
Tabla 64 : Plan de contingencia.	107

ÍNDICE DE IMAGEN

Imagen 1. Resultados de edad de la población entrevistada.	24
Imagen 2. Resultados de medios de transporte que utilizan los entrevistados.	25
Imagen 3. Resultados de las dificultades que poseen los entrevistados al trasladarse.	26
Imagen 4. Resultados del tipo de dificultad.	27
Imagen 5. Resultados de opinión de la población sobre el estado de la vía.	28
Imagen 6. Resultados de los problemas provocados por el sistema Vial.	29
Imagen 7. Resultados de beneficios que traerá a las familias la construcción del adoquinado.	30
Imagen 8. Recomendación.	31
Imagen 9. Opinión	32
Imagen 10: Estado de la calle del Barrio Miguel Merel	37
Imagen 11: Excavación y extracción de muestra de sondeo 1.	43
Imagen 12 : Preparacion de muestras para analisis Granulometrica.	45
Imagen 13: Equipo de casa grande para determinación límite de liquido.	46
Imagen 14: Rollos de 3 mm de Diámetro para determinar limite Plástico.	47
Imagen 15: Diagrama de molde y equipo para la prueba de CBR	53
Imagen 16: Monograma para el cálculo del SN (número estructural) de diseño	78
Imagen 17: Comportamiento del valor actual neto con diferentes tasas de descuento.	86

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCION

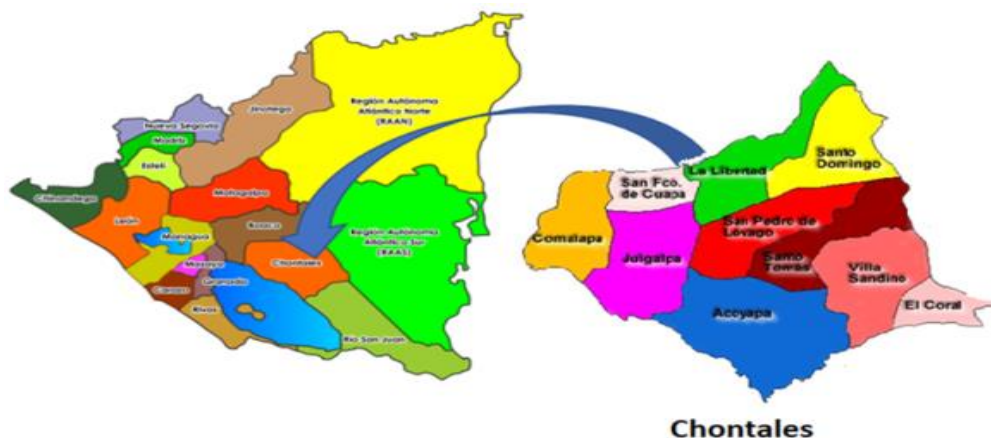
La red vial nacional de Nicaragua a lo largo de la historia ha presentado un considerable déficit tanto en la construcción de nuevos tramos como en la rehabilitación de los ya existentes debido principalmente al factor económico, lo que constituye una problemática para el desarrollo económico y social.

Históricamente la infraestructura de transporte ha recibido poca atención por parte de los organismos competentes en el país, siendo una de las razones de la baja producción local.

Esta problemática ha afectado a todo el país ya que hoy en día muchas ciudades no cuentan con una estructura adecuada, por ende, surge la necesidad de realizar nuevos proyectos y mejoramientos en el sector vial.

La ciudad de la Libertad está ubicada 175 Km al noreste de la capital, a 32 km de Juigalpa, cabecera departamental de Chontales, limita al norte con el municipio Camoapa, al sur con San Pedro de Lovago, al este con Santo Domingo y El Ayote, al oeste con Juigalpa y San Francisco de Cuapa. Cuenta con una extensión territorial de 774.55 km².

Mapa 1: Macro Localización



Fuente: Google Earth.

Actualmente este municipio cuenta con una población total de 10,870 habitantes, su densidad poblacional total es de 14 habitantes/kms².

Datos del censo 2013 refleja 1966 viviendas con 1,131 distribuidas en 25 comarcas y 835 en el casco urbano, su principal fuente de ingresos es la minería, agricultura y ganadería.

Esta ciudad a largo de los años ha generado grandes ingresos al país por la exportación de sus productos, a pesar de esto muchas vías existentes en la Libertad cuenta con condiciones mínimas de acceso y son afectadas por diferentes eventos naturales que transcurren periódicamente en época de lluvias.

Mapa 2: Micro localización



FUENTE: GOOGLE EARTH

En este contexto, se da a conocer el estudio técnico - económico del adoquinado de 1 kilómetro de calles del barrio Miguel Merel, municipio de la Libertad, Chontales.

Esta propuesta consiste en determinar la parte financiera y los estudios técnicos necesarios que esta conlleva como son: estudio vehicular, estudios de suelos y diseño de las capas estructurales de pavimento.

1.2 ANTECEDENTES

El barrio Miguel Merel, es una zona urbana nueva del municipio de La Libertad-Chontales tiene una extensión territorial de 39 manzanas con un número de 1,200 vivienda aproximadamente, 4,800 habitantes. Con 10 años de haber sido inaugurado se ha venido aumentando la población en este barrio.

El terreno fue comprado por la alcaldía municipal de la Libertad en los años de 1997, con la idea de donar lotes de 20mx30m a personas de escasos recursos con el fin de mejorar la condición en la cual estas vivían antes, esta propuesta surge bajo la administración del ex alcalde Sr. Rafael Obregón.

En el año 2012 se dieron inicio los proyectos de aperturas de los principales accesos, lo cual conllevaría posteriormente a la construcción de las viviendas, este tuvo una duración de dos años dando fin a la apertura de las calles del barrio.

En el año 2014 se realizó mantenimiento en el periodo lluvioso en puntos críticos que se deterioran en invierno. Hasta el momento en lo que va del año 2015 se ha realizado un mantenimiento solo en secciones específicas, por motivos de gastos económicos que esto genera no se logró dar mantenimiento a todas las calles.

Los habitantes de este barrio se abastecen de agua potable de los puestos, en donde hacen grandes filas para adquirir el vital líquido. En el mismo año 2015 se realiza un estudio técnico en 3 km de calles de este barrio bajo la supervisión del **Msc. Ing. Lucas Bernardo Calvo** (Q.E.P.D), docente de la Universidad Nacional de Ingeniera (UNI), el cual consistió en aforo vehicular, levantamiento topográfico y estudios de suelos para la elaboración de un documento monográfico

1.3 JUSTIFICACION

Las vías de transporte, es una de las temáticas más importantes en el país, lo cual existe la necesidad de mayor inversión para el mejoramiento y apertura de vías de transporte, en diferentes zonas del restante del país.

Esta es una estrategia para implementarla, el cual mejorara el acceso de productos que se comercializan dentro y fuera del país y también para los pobladores que a diario se movilizan por todas las vías de accesos.

Las calles del barrio Miguel Merel, del municipio de la Libertad, departamento de Chontales, actualmente cuentan con condiciones mínimas de acceso, estas tienen una carpeta de rodamiento de macadán. Desde que el barrio se fundó hace pocos años, los mantenimientos no son constantes por parte de la alcaldía. Este mantenimiento no es duradero ya que se encuentra en una zona lluviosa del país, este fenómeno acelera el deterioro de las calles.

Se realizará un estudio técnico y financiero del adoquinado de 1km de calles con el fin de dar solución a un problema que realmente está afectando a más de mil habitantes de este barrio y otros que a diario circulan por esas calles.

Los drenajes son cauces naturales que normalmente no circulan en épocas de verano desbordándose en invierno, siendo criadero de sancudos debido a aguas estancadas en calles y basura causante de muchas enfermedades afectando principalmente a niños y personas de la tercera edad.

Con esta propuesta se mejorará la calidad de vida de los pobladores en este barrio, al sector transporte de la municipalidad. En general es una estrategia para desarrollar el comercio local y el proveniente de otros municipios del país.

Por otra parte, al desarrollar este proyecto, genera fuentes de empleos temporales, mano de obra no existente en la zona, lo que elevará el nivel de ingresos económicos de muchas familias involucradas en el proceso constructivo. La calidad del proceso constructivo se garantizará con una supervisión adecuada.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

- Realizar el estudio de pre-factibilidad de 1 km de calles del barrio Miguel Merel, en el municipio de La Libertad departamento de Chontales.

1.4.2 Objetivos específicos

- Desarrollar un estudio de mercado que determinará las necesidades y demandas que presenta la población que beneficiará el proyecto.
- Realizar un estudio técnico con los equipos, programas o herramientas necesarias que definirán las características de flujo vehicular, comportamiento del suelo y espesores de pavimento.
- Elaborar una evaluación económica con la determinación de costos de inversión del proyecto estableciendo su pre factibilidad económica y social.
- Hacer una Valoración Ambiental con el fin de establecer los impactos ambientales y sociales generados durante la ejecución del Proyecto.

1.5 MARCO TEÓRICO

1.5.1 ESTUDIO DE MERCADO

Estudio de mercado es el conjunto de acciones que se ejecutan para saber la respuesta del mercado (Target (demanda) y proveedores, competencia (oferta)) ante un producto o servicio. Se analiza la oferta y la demanda, así como los precios y los canales de distribución.

Todo estudio de mercado tiene como objetivo presentar una visión clara de las características del producto o servicio que se quiere introducir en el mercado o conocer las necesidades de la población con respecto al producto o servicio brindado.

Oferta: Es aquélla en la que los productores o prestadores de servicios se encuentran en circunstancias de libre competencia, sobre todo debido a que son tal cantidad de productores o prestadores del mismo artículo o servicio, que la participación en el mercado se determina por la calidad, el precio y el servicio que se ofrecen al consumidor. Ningún productor o prestador del servicio domina el mercado.

Consumidor.

Persona u organización que demanda un bien o servicio, proporcionado por el productor o proveedor de bienes o servicios.

Demanda.

Muestra las distintas cantidades de un bien que un consumidor está dispuesto a adquirir por unidad de tiempo, a los diferentes precios alternativos posibles.

Población de estudio.

Es la población que genera la información fiable y verdadera para poder hacer proyecciones de estudio.

1.5.2 Estudio técnico

1.5.2.1. Estudio de tránsito

Constituye el instrumento que sirve al ingeniero de tráfico para cumplir con sus objetivos, definido como la planificación de la red vial y la circulación del tránsito vehicular.

Aforo vehicular

El aforo vehicular es el conteo de vehículos. El aforo es una muestra de los volúmenes para el período en el que se realiza y tienen por objetivo cuantificar el número de vehículos que pasan por un punto, sección de un camino o una intersección.

Capacidad de la vía

Es el máximo número de vehículos que puede transitar por un punto o tramo uniforme de una vía en los dos sentidos, en un período determinado de tiempo, en las condiciones imperantes de la vía y el tránsito.

Carga equivalente

Es la que se obtiene al realizar conteos o aforos vehiculares tomando en cuenta los pesos sugeridos por la AASHTO 93.

Tránsito

El tránsito es la variable más importante en el diseño de pavimentos. Para el dimensionamiento de un pavimento es necesario determinar los efectos que las cargas de estos vehículos causarán sobre el pavimento.

Vehículos de pasajeros

Incluye todos aquellos vehículos diseñados para el transporte de pasajeros y algunos acondicionados para la realización de tal actividad, tales como: Motos, autos, jeeps, camionetas, microbús

Vehículos de carga

- **Livianos de carga:** Incluye todos aquellos vehículos diseñados para el transporte y mercadería livianos (peso máximo 4 toneladas o menores a ellas).
- **Camión de carga:** Son todos aquellos camiones tipo C2 (2 ejes) y C3 (3 ejes), con un peso mayor de 5 ton.
- **Camión de carga pesada:** Son aquellos vehículos diseñados para el transporte de mercancía liviana y pesada y son del tipo (**Tx-Sx≤4**), los (**Tx-Sx≥5**) Se consideran las combinaciones tractor camión y semi remolque, que sea igual o mayor de 5 ejes, camión (**Cx-Rx≤4**). Son combinaciones camión-remolque, que sea menor o igual a 4 ejes, **Cx-Rx≥5** Son combinaciones iguales que las anteriores, pero iguales o mayores cantidades a 5 ejes.

Equipo pesado

Se compone de los vehículos que no son utilizados para el transporte de personas o carga, sino para fines más específicos, como la agricultura y la construcción.

Volumen de tránsito

Se entiende por volumen de tránsito a la cantidad de vehículos que transitan sobre una sección de vía durante un periodo de tiempo.

Tránsito promedio diario

Es el transito total registrado por día, dividido por los 7 siete días de la semana.

Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)

Tránsito Promedio Diario Anual o TPDA, que se define como el volumen total de vehículos que pasan por un punto o sección de una carretera en un período de tiempo determinado.

Tasa de crecimiento vehicular

Representa el crecimiento promedio anual del TPDA. Generalmente las tasas de crecimiento son diferentes para cada tipo de vehículo, la que se encuentra directamente propensa al crecimiento poblacional en la zona

Proyecciones de tránsito

El tránsito puede proyectarse en el tiempo en forma aritmética, con un crecimiento constante o exponencial mediante incrementos anuales.

1.5.2.2 Tránsito de diseño

Periodo de diseño

Es el tiempo para el cual se estima que un sistema va a funcionar satisfactoriamente.

Factor de crecimiento

Este crecimiento depende del número de años al que se proyectara el tránsito, lo cual reflejara el aumento en el flujo de vehículos en el período de diseño.

Factor direccional (FD)

Es un valor que proporciona el manual centroamericano de normas para el diseño de carreteras regionales (SIECA), normalmente su valor es de 0.5 ya que estudiamos una vía donde los vehículos circulan en ambas direcciones.

1.5.3 Estudio de suelo

En los proyectos de ingeniería, tanto en obras horizontales como en obras verticales, se necesita tener información veraz acerca de las propiedades físico-mecánico de los suelos donde se pretende cimentar la obra.

Propiedades físico - mecánicas

Son características propias de cada tipo de suelo las cuales se generalizan en: textura, estructura, color, permeabilidad, porosidad, drenaje, consistencia, profundidad efectiva.

1.5.4 Diseño de pavimento.

1.5.4.1 Estructura del pavimento.

Sub rasante

Es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura de pavimento y que se extiende hasta una profundidad que no afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto.

Base

Es la capa que se encuentra bajo la capa de rodadura de un pavimento asfáltico. Debido a su proximidad con la superficie, debe poseer alta resistencia a la deformación.

Sub base

Es la capa que se encuentra entre la base y la sub rasante en un pavimento asfáltico. Debido a que está sometida a menores esfuerzos que la base, su calidad puede ser inferior y generalmente está constituida por materiales locales granulares o marginales.

Tipos de pavimentos

Los pavimentos son estructuras compuestas por capas de diferentes materiales, que se construyen sobre terreno natural, para que personas, animales o vehículos puedan transitar sobre ellos, en cualquier época del año, de manera segura, cómoda y económica.

Pavimento rígido

Un pavimento de concreto o pavimento rígido consiste básicamente en una losa de concreto simple o armado, apoyada directamente sobre una base o sub base

Pavimento flexible

Pavimentos de asfalto (de hormigón asfáltico). Su superficie o capa de rodadura es de hormigón asfáltico, sin juntas, y no debe tener menos de 10 cm de espesor. Su base tiene, por lo general un espesor de 20 cm o más, pudiendo tener adicionalmente una sub base.

Pavimentos de adoquines

Su capa de rodadura está conformada por adoquines de hormigón, colocados sobre una capa de arena y con un sello de arena entre sus juntas

1.5.5 Diseño estructural de pavimento

El Índice de serviciabilidad Inicial (po)

Es función del diseño de pavimentos y del grado de calidad durante la construcción.

El Índice de serviciabilidad final (pt)

Es el valor más bajo que puede ser tolerado por los usuarios de la vía antes de que sea necesario el tomar acciones de rehabilitación, reconstrucción o

repavimentación, y generalmente varía con la importancia o clasificación funcional de la vía cuyo pavimento se diseña.

Pérdida de serviciabilidad (ΔPSI)

Es la diferencia entre la serviciabilidad inicial y la final.

ESAL'S (Wt18)

Es la transformación de ejes de un tránsito mixto que circula por una vía a ejes equivalentes haciendo uso del factor de equivalencia de carga acumulado durante el periodo de diseño (8.2 ton).

Numero Estructural (SN).

Número Estructural, o capacidad de la estructura para soportar las cargas bajo las condiciones (variables independientes) de diseño.

Confiabilidad.

La "confiabilidad del diseño (R)" se refiere al grado de certidumbre (seguridad) de que una determinada alternativa de diseño alcance a durar, en la realidad, el tiempo establecido en el período seleccionado.

Desviación estándar (S_o).

Es función de posibles variaciones en las estimaciones y tránsito (cargas y volúmenes) y el comportamiento del pavimento a lo largo de su vida de servicio.

Módulo de resiliente (MR)

Es la propiedad utilizada para caracterizar el suelo de las funciones del camino y otras capas.

1.5.6 ESTUDIO FINANCIERO

1.5.6.1. Evaluación económica.

El propósito de la evaluación económica es asignar en forma óptima los recursos e identificar y medir los efectos del proyecto sobre las variables económicas de empleo, producción, comercio exterior, ingreso, ahorro, inversión, etc.

1.5.6.2. Costos incurridos o de inversión.

Representa los factores técnicos que intervienen en la producción, medibles en dinero. Se hace un cálculo general de todos los gastos materiales, mano de obra y maquinaria necesaria.

1.5.6.3. Costo Unitario.

Puede medirse en función de su producción y distribución. Este costo es el que sirve para evaluar las existencias que aparecen en el balance general y estado de pérdidas y ganancias en los renglones de los inventarios de producción en proceso y productos terminados.

Flujo de caja.

Se refiere al flujo de entrada (cobros) y salida (pagos) de efectivo (dinero) en un determinado período. Si hay más entradas que salidas el flujo es positivo. Si hay más salidas que entradas en flujo es negativo.

Inversión.

Son los flujos negativos que ocurren de una sola vez al comienzo de la vida económica de un proyecto.

Inversión.

Son los flujos negativos que ocurren de una sola vez al comienzo de la vida económica de un proyecto.

Evaluación social.

Identifica y dimensiona los efectos redistributivos del proyecto. Los proyectos sociales producen y/o distribuyen bienes o servicios (productos), para satisfacer las necesidades de aquellos grupos que no poseen recursos para solventarlas automáticamente, con una caracterización espacio-temporal precisa y acotada.

VANE.

Valor Actual Neto Económico de una inversión se entiende por la suma de los valores actualizados de todos los flujos netos de caja esperados del proyecto, deducido el valor de la inversión inicial.

TIRE.

La tasa interna de retorno económica o tasa interna de rentabilidad económica (TIRE) de una inversión es el promedio geométrico de los rendimientos futuros esperados de dicha inversión, y que implica por cierto el supuesto de una oportunidad para "reinvertir".

Relación de (B/C).

La relación Beneficio/Costo es el cociente de dividir el valor actualizado de los beneficios del proyecto (ingresos) entre el valor actualizado de los costos (egresos) a una tasa de actualización igual a la tasa de rendimiento mínima aceptable (TREMA), a menudo también conocida como tasa de actualización o tasa de evaluación.

1.5.7 Impacto Ambiental.

1.5.7.1. Descripción del estudio

Describe pormenorizadamente las características de un proyecto o actividad que se pretende realizar o modificar. Un estudio de impacto ambiental debe proporcionar antecedentes fundados para la predicción, identificación, e

interpretación de su impacto ambiental y describir la o las acciones que ejecutará para impedir o minimizar sus efectos significativamente adversos.

1.5.7.2. Evaluación Ambiental

Es el procedimiento técnico-administrativo que sirve para identificar, evaluar y describir los impactos ambientales que producirá un proyecto en su entorno en caso de ser ejecutado, todo ello con el fin de que la administración competente pueda aceptarlo, rechazarlo.

1.5.7.3. Plan de contingencia

Los objetivos del plan de contingencia son el de planificar y describir la capacidad para respuestas rápidas, requerida para el control de emergencias. Paralelo al plan se debe identificar los distintos tipos de riesgos que potencialmente podrían ocurrir e incorporar una estrategia de respuesta para cada uno con algunos objetivos específicos.

CAPITULO II: ESTUDIO DE DEMANDA

2.1 Identificación del proyecto.

2.1.1 Situación que da origen al problema.

El tramo de estudio es de 1.00 km de calles del barrio Miguel Merel, localizándose en el municipio de La Libertad, departamento de Chontales. Inicia en la estación 0+000 en el centro de salud y finaliza en la estación 1+000 en la iglesia evangélica del mismo barrio. Las principales fuentes de producción económica de esta zona son la agricultura, ganadería, minería y comercio.

La estructura de pavimento existente consiste en una superficie de rodamiento compuesta por material de regular y mala capacidad de soporte (suelos arcillosos). Se constató de manera general las siguientes observaciones en relación con la calle:

- Carencia en el ancho de rodamiento y hombros de la carretera.
- Carencia en el espesor existente de la capa de rodamiento.
- Capa de rodamiento existente conformada con materiales de mediana capacidad de soporte, presentando en cierto tramos irregularidad.
- Suelos de la Sub- rasante consiste lo que garantiza un soporte adecuado para la estructura de pavimento.
- Tiempo excesivo de permanencia de las aguas pluviales en los terrenos aledaños a la vía y en ésta, debido a la falta de drenaje, con lo cual la velocidad de escurrimiento de las aguas es bien reducida.
- Falta de drenaje transversal y longitudinal lo que ocasiona severos daños (grietas longitudinales y transversales, cárcavas, etc.) en la calzada del camino.

En general, todos estos factores han contribuido, al deterioro de la plataforma y estructura de pavimento que conforman el camino.

En el reconocimiento inicial de la vía se ha observado que ha recibido poco mantenimiento existiendo tramos con niveles de servicio aceptables.

Sin embargo, como es típico en este tipo de caminos el intemperismo deteriora rápidamente la superficie de rodamiento.

Estas calles se caracterizan por ser sinuoso con tangentes cortas o medianas y curvas de radios pequeños con poca visibilidad en tramos con pendientes frecuentemente mayores de 8%. El alineamiento vertical está formado por curvas verticales en cresta y en columpio, generalmente no simétricas y con pendientes menores del 12%.

Debido a las condiciones del camino, en la época de verano el polvo que arranca el viento de las calles produce afectaciones a la población en la salud y bienestar de sus hogares. Desmejorando la calidad de vida de los pobladores.

2.1.2 Población de la zona de influencia.

2.1.2.1 Población:

El municipio cuenta con una población total de 10,870 habitantes. De acuerdo con la información obtenida del VIII Censo Poblacional 2013 refleja 1966 viviendas con 1,131 distribuidas en 25 comarcas y 835 en el casco urbano, sus principales fuentes de ingreso son la agricultura, ganadería y minería.

2.2 Numero de encuestas.

El número de encuestas dirigidas a la población del barrio q fue definido tomando como base la cantidad de población del mismo.

Por lo tanto, se cuenta con los datos siguientes para calcular el tamaño de la muestra:

$$N = 1,573$$

$$Z = 1.96 \text{ (para un grado de confianza del 95\%)}$$

$$P = 0.5$$

$$q = 0.5$$

$$e = 10\%$$

Formula.

Cálculo del tamaño de la muestra:

$$n = \frac{1.96^2(1200)(0.5)(0.5)}{0.1^2(1200 - 1) + 1.96^2(0.5)(0.5)}$$

$$n = 88.88 = 89$$

2.2.1.1 Población total.

Tabla 1. Población total del municipio.

POBLACIÓN TOTAL		
Hombres	Mujeres	Total
10	79	89

Fuente. Propia.

2.3 Organización territorial.

El municipio de Libertad está organizado en 25 comarcas y su casco urbano. De acuerdo con la información proporcionada por la responsable de atención a la ciudadanía.

2.4 Infraestructura social.

2.4.1 Viabilidad y transporte.

El sistema de transporte interurbano se considera regular, sin embargo, el transporte a las comunidades del municipio no tiene la misma situación lo cual se ha agravado por el estado de los caminos hacia las diferentes zonas de las comarcas donde no entran vehículos que presenten el servicio de transporte y cuando lo realizan por la necesidad que demanda la población los precios de este servicio es alto.

Sin embargo, la mayoría de los pobladores coinciden que el servicio es de mala calidad y que se debe a las condiciones de acceso que actualmente se encuentra en mal estado, lo cual facilita el incremento de los precios de los pasajes y a la vez que el traslado se demore.

2.4.2 Energía.

El municipio cuenta con servicio de energía pública domiciliar a cargo de la Empresa DISNORTE, interconectado al sistema nacional.

2.4.3 Acceso a agua potable.

Según información proporcionada por el área de planificación y desarrollo municipal, a nivel urbano las conexiones domiciliarias, cubren el 85% de las viviendas urbanas, es decir que hay déficit para cubrir el total de las demandas.

El sistema es administrado por la entidad de ENACAL, sin embargo, en algunos sectores se carece de un buen abastecimiento por lo que muchos deciden almacenar para poder resolver la demanda del líquido.

2.4.4 Educación.

En el barrio Miguel Merel se registra 1 centro de estudio, siendo este un centro de modalidad primaria.

2.4.5 Salud.

De acuerdo a datos obtenidos por el centro de salud José Román González los principales problemas de salud que se presentan en la zona son las IRAS y las EDAS (Infecciones respiratorias agudas, enfermedades diarreicas agudas) las mismas son causadas principalmente por los cambios de clima y la presencia de polvo generado por los vehículos que transitan las calles.

Tabla 2. Puesto de Salud.

N°	Descripción	Ubicación
1	José Román González	Barrio Miguel Merel

Fuente. Propia

2.4.6 Afectaciones por enfermedades.

Las enfermedades causadas por la situación actual de las ciudades se monitorean por los Sistema Local de Atención integral en salud (SILAIS) de cada una, en este caso en particular existen algunos registros de la incidencia de enfermedades de las comunidades en cuestión.

Tabla 3. Estadísticas de Enfermedades Respiratorias Agudas (ERA).

Descripción	Semanas			
	29	30	31	32
Puesto de salud (José Román González)	1	0	3	2
Total	6			

Fuente. Centro de Salud José Román González

Tabla 4. Estadísticas de Enfermedades Diarreicas Agudas (EDA).

Descripción	Semanas			
	29	30	31	32
Puesto de salud (José Román González)	2	3	1	2
Total	7			

Fuente. Centro de Salud José Román González.

Tabla 5. Estadísticas de Dengue.

Descripción	Semanas			
	29	30	31	32
Puesto de salud (José Román González)	2	1	0	2
Total	5			

Fuente. Centro de Salud José Román González.

La incidencia se obtiene a partir de datos estadísticos semanales y a partir de estos se construye una incidencia anual considerando un promedio semanal y cincuenta y dos semanas en el año.

Tabla 6. Proyección anual de enfermedades

Descripción	Promedio	
	Promedio Semanal	Anual
Respiratorias	6	312
Diarreicas	7	364
Dengue	5	260

Fuente. Centro de Salud José Román González.

Los datos de incidencia permitirán valorar el ahorro a la economía familiar que trae el mejoramiento del tramo.

2.4.7 Vivienda.

En el municipio se contabilizaron para el 2013 un total de 1,966 viviendas, según información del área de planificación y desarrollo municipal de la Alcaldía de La Libertad, se registran aproximadamente en el barrio Miguel Merel 120 viviendas.

2.4.8 Resultado de las encuestas.

Las encuestas se realizaron en el barrio Miguel Merel tratando de distribuir su número entre todo el barrio incluyendo: hombres y mujeres.

2.4.9 Análisis de las encuestas.

De las encuestas realizadas se pueden obtener algunas conclusiones que ayuden a determinar el problema y como la visualiza la mayoría de la población del barrio.

2.4.9.1 Genero de población.

Tabla 7. Género de la población encuestada.

Genero	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Masculino	10	11.2	11.2
Femenino	79	88.8	100.0
Total	89	100.0	

Fuente. Propia.

De las entrevistas realizadas, se logró observar que un 88.8% de los entrevistados son del sexo femenino y restante 11.2% son pertenecientes al sexo masculino.

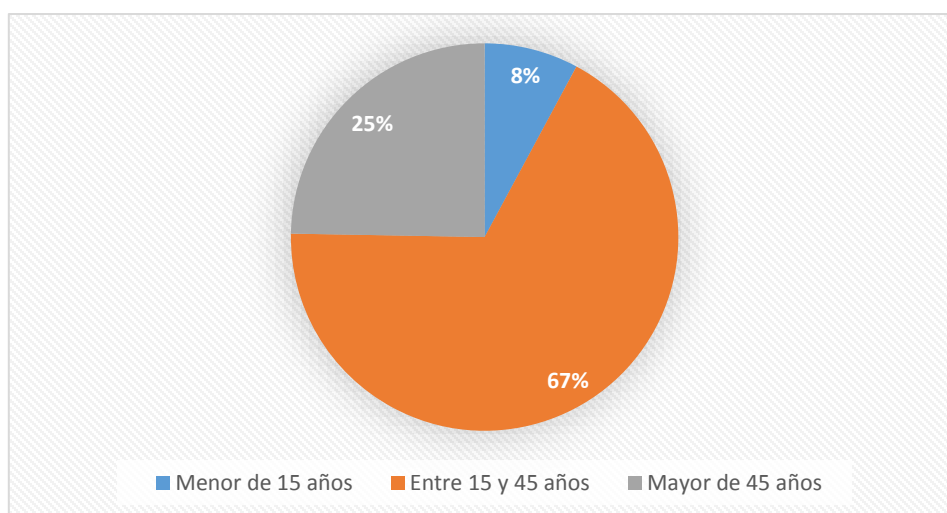
2.4.9.2 Rango de Edades de la población.

Tabla 8. Edad de la población entrevistada.

Rango de edades.	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Menor de 15 años	7	8	7.9
Entre 15 y 45 años	60	68	75.3
Mayor de 45 años	22	25	100.0
Total	89	100	

Fuente. Propia.

Imagen 1. Resultados de edad de la población entrevistada.



Fuente. Propia.

A partir de los resultados de las encuestas realizadas podemos decir, que de los entrevistados el 8% eran menores de edad, el 25% poseían una edad mayor a los 45 años y el 68% de estos poseían una edad que rondaba entre los 15 y 45 años.

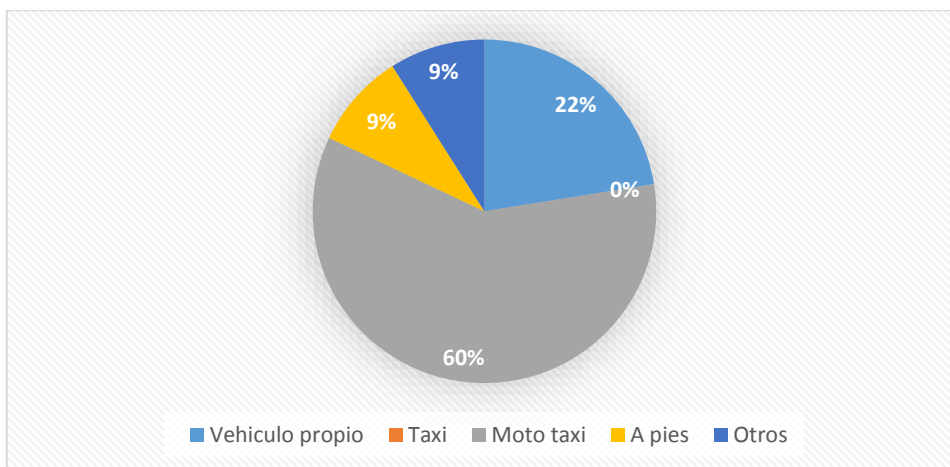
2.4.9.3 Medios de Transporte que se utiliza.

Tabla 9. Medios de transporte que se utiliza.

Medio de transporte	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Vehiculo propio	20	22.5	22.5
Taxi	0	0.0	22.5
Moto taxi	53	59.6	82.0
A pie	8	9.0	91.0
Otros	8	9.0	100.0
Total	89	100.0	

Fuente. Propia

Imagen 2. Resultados de medios de transporte que utilizan los entrevistados.



Fuente. Propia.

Como resultado tenemos que el 9% de los encuestados se movilizan a pie, el 60% hacen uso de moto taxi, mientras el 22% posee vehículo propio, 0% hace uso de taxis y por último hay un 9% que se moviliza en otros medios de transporte tales como bicicletas.

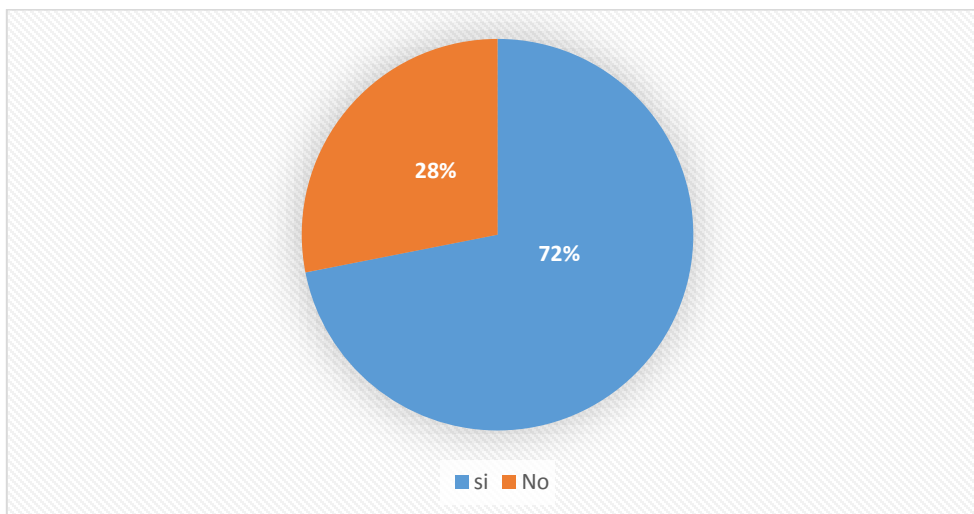
2.4.9.4 Dificultad para trasladarse por el tramo de carretera.

Tabla 10. Dificultades que poseen los entrevistados al trasladarse.

Dificultades de traslado	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
si	64	72	72
No	25	28	100
Total	89	100	

Fuente. Propia.

Imagen 3. Resultados de las dificultades que poseen los entrevistados al trasladarse.



Fuente. Propia.

Del grupo de entrevistados un total de 72% argumentaban que tienen dificultad de traslado debido al deterioro de las calles, mientras un 28% de ellos no consideraban que poseían tantas dificultades al trasladarse.

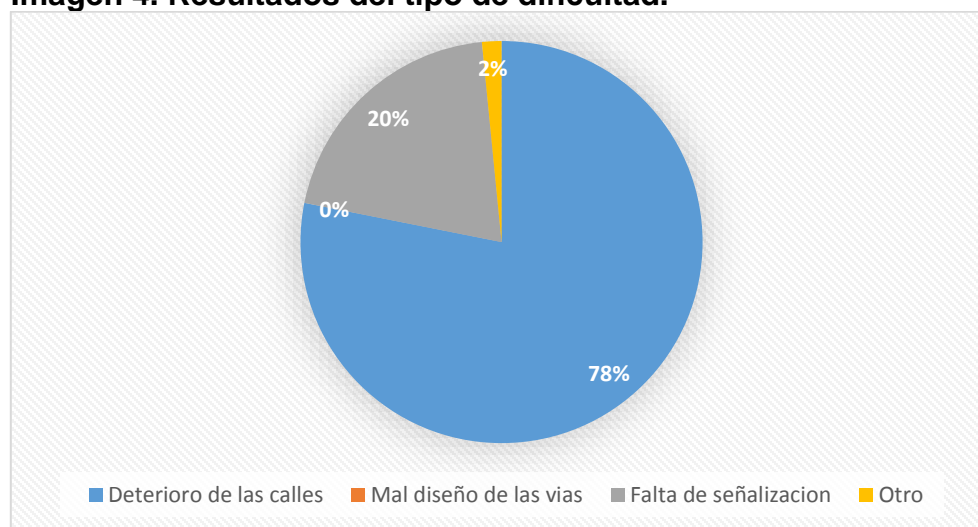
2.4.9.5 Que dificultades tiene.

Tabla 11. Dificultad de los entrevistados.

Si su respuesta es positiva, ¿Que dificultad tiene?	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Deterioro de las calles	50	78	78.13
Mal diseño de las vías	0	0	78.13
Falta de señalización	13	20	98.44
Otro	1	2	100.00
Total	64	100	

Fuente. Propia.

Imagen 4. Resultados del tipo de dificultad.



Fuente. Propia.

El 78% del grupo de entrevistados aseguran que la principal dificultad que posee la vía es el deterioro de las calles, mientras un 0% piensa que existe un mal diseño de las vías, un 20% dice que serían necesarias las señalizaciones, y un 2% restante piensa que esta posee otros problemas que no son mencionados anteriormente.

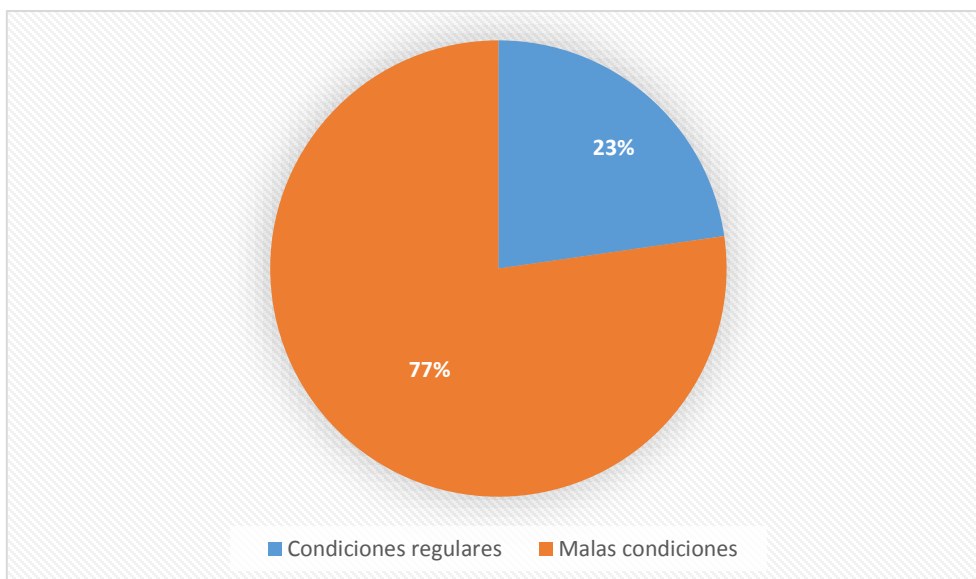
2.4.9.6 Opinión de la población sobre el estado de la calle.

Tabla 12. Opinión de la población sobre el estado de la vía.

Qué opinión merece el sistema vial	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Condiciones regulares	20	23	23
Malas condiciones	68	77	100
Total	88	100	

Fuente. Propia.

Imagen 5. Resultados de opinión de la población sobre el estado de la vía.



Fuente. Propia.

El 23% de los entrevistados consideran que el tramo está en una condición regular, pero que esta necesita reparaciones, mientras un 77% restante piensa que dicho tramo está en malas condiciones donde sugieren una reconstrucción.

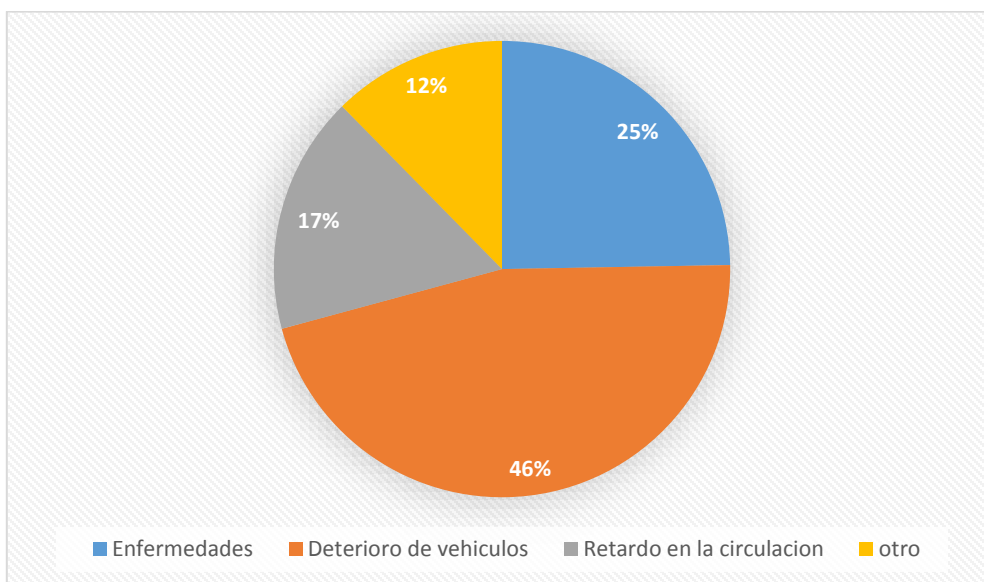
2.4.9.7 Problemas provocados por el mal estado del tramo.

Tabla 13. Problemas provocados por el mal estado del tramo.

Problemas provocados	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Enfermedades	22	25	24.7
Deterioro de vehículos	41	46	70.8
Retardo en la circulación	15	17	87.6
otro	11	12	100.0
Total	89	100	

Fuente. Propia.

Imagen 6. Resultados de los problemas provocados por el sistema Vial.



Fuente. Propia.

Según el 46% de los encuestados piensan que el principal problema que provoca las malas condiciones del tramo es el deterioro de vehículos, el 17% piensa que el retardo en la circulación, mientras que el 25% que es la proliferación de enfermedades y el 12% piensa que es otro el problema.

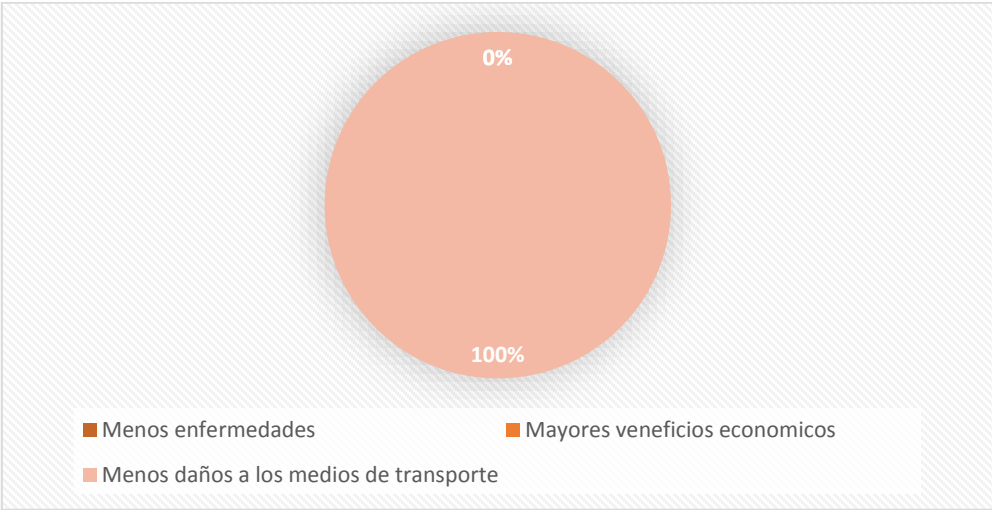
2.4.9.8 Beneficios que traerá la construcción del adoquinado.

Tabla 14 . Beneficios que traerá la construcción del adoquinado.

Que beneficios traería a su familia la construcción del adoquinado	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Menos enfermedades	0	0	0
Mayores veneficios económicos	0	0	0
Menos daños a los medios de transporte	89	100	100
Todas las opciones anteriores	89	100	

Fuente. Propia.

Imagen 7. Resultados de beneficios que traerá a las familias la construcción.



Fuente. Propia

El 100% de los encuestados, llegaron a la conclusión que la construcción del adoquinado disminuirá el daño en los vehículos, la cantidad de enfermedades provocadas por el exceso de polvo y los charcos q se hacen a consecuencias de las lluvias, por otra parte, dando un aumento en los beneficios económicos.

2.4.9.9 ¿Qué recomendación le darías a las autoridades del gobierno, para que el proyecto sea más exitoso y de acuerdo a las necesidades de la población?

Tabla 15. Recomendaciones.

Que sugerencia o recomendación le darías a las autoridades del gobierno, para que el proyecto sea más exitoso, de acuerdo con las necesidades de la población	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Acomulado
Que sea un trabajo rápido y bien ejecutado	89	100	100
Total	89	100	

Fuente. Propia.

Imagen 8. Recomendación.



Fuente. Propia.

El 100% de los encuestados opina que un trabajo rápido y ejecutado correctamente sería lo más adecuado.

2.4.9.10 Qué opinión tiene acerca de la construcción del tramo de adoquinado en su barrio/ Municipio.

Tabla 16. Opinión de la población sobre el estado de la calle.

Qué opinión le merece la construcción del tramo de adoquinado en el barrio	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Sera un paso grande para el desarrollo de la comunidad	98	100	100
Total	98		

Fuente. Propia.

Imagen 9. Opinión.



Fuente. Propia.

El 100% de los encuestados opina que este proyecto traerá a la comunidad un mayor desarrollo tanto en lo económico como social y un avance en la lucha contra las enfermedades.

Matriz de marco lógico.

Tabla 17. Matriz de Cuadro lógico (Objetivos).

Objetivos	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
Fin:			
Mejor calidad de vida de los habitantes de la zona	Aumento del sentimiento de bienestar de la población	Encuesta a los pobladores	Que la alcaldía construya las obras necesarias para mitigar los problemas de mal estado de las calles.
Disminución en el deterioro técnico mecánico de los vehículos	Aumento en un 20% la afluencia vehicular y peatonal	Encuesta a los pobladores	Buena funcionalidad de las obras construidas en el proyecto
Disminución de enfermedades bronco respiratorias y diarreicas.	Reducidas la afección de las enfermedades bronco-respiratorias y diarreicas en un 70% 6 meses después de financiado el proyecto	Encuesta a los pobladores informes del MINSA	La población tiene conciencia de que es perjudicial para la salud botar la basura en lugares inadecuados y produce mala imagen al sector
Disminución de quejas sobre el mal estado de las calles	Reducir un 80% las quejas a causa de la acumulación de basura y calles en mal estado	Encuestas a los pobladores visitas al sitio	Que la población no vote basura en sitios inapropiados

Fuente. Propia.

Tabla 18. Matriz de Marco lógico (propósito).

Propósito:	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
Mejorar el estado físico del tramo de 1 Km de calles de barrio Miguel Merel	Mejoradas las calles con templadas a 3 meses de iniciado el proyecto	Actas de recepción final. Visitas al sitio. Visitas de campo, fotografías, opinión de beneficiarios oral y escrita, Evaluación de Proyecto ejecutado	Que exista disponibilidad de recursos financieros instituciones financieras (Banco Mundial, BID, BECIE, CEU, Naciones Unidas), gobierno central y alcaldía. Existe coordinación interinstitucional. Participación de la población
Mantener la tarifa de transporte publico	Buen estado de las calles	Por medio de las cooperativas	Alcaldía/ Gobierno central, MTI, y población en general
disminuir los deterioros de los vehículos	Buen estado de las calles	Por medio de las cooperativas y la población.	Alcaldía/ Gobierno central, MTI, y población en general

Fuente. Propia.

Tabla 19. Matriz de marco lógico (Componentes).

Componentes:	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
1. Calles Revestidas, mediante carpeta de rodamiento a base de adoquines.	Revestido el 100% de las calles contempladas en la etapa de diseño después de 2 meses de iniciado el proyecto.	Informes de avances de obras.	Que el gobierno competente asegure los recursos financieros.

Fuente. Propia.

CAPITULO III: ESTUDIO DE MERCADO

3.1 Análisis del mercado con respecto al proyecto

Se tiene como objetivo conocer el perfil y comportamiento del cliente, que a menudo se divide en distintos segmentos o nichos de mercado, así como determinar el tamaño actual y futuro del mercado, anticipar las reacciones de la competencia y proveedores e identificar posibles elementos que puedan llegar a transformar radicalmente el sector, como por ejemplo conocer la demanda de la población del barrio Miguel Merel, municipio de La Libertad Chontales, la cual se beneficiará con este proyecto una vez que se gestione su ejecución por medio de las autoridades locales.

3.2 Recopilación de la información

3.2.1 Necesidades de la población

La población nicaragüense es altamente vulnerable a la pobreza. En 2017 se incrementó el número de personas con necesidades básicas insatisfechas, según la Encuesta de Hogares para medir la pobreza en Nicaragua, publicada por la Fundación Internacional para el Desafío Económico Global (Fideg).

Asimismo, en el 2017, el porcentaje de hogares que tenía dos o más necesidades básicas insatisfechas en el área urbana fue de 12.6 por ciento y en el área rural fue 20.8 por ciento; en el 2016 estos mismos porcentajes fueron 12.8 por ciento y 19.2 por ciento, respectivamente, es decir, hubo un mayor incremento en el área rural.

El municipio de La Libertad Chontales, tiene un total de 25 comarcas y fue fundada el 13 de Marzo de 1895 según datos nacionales, se cuenta con un nivel de pobreza muy alto según fuentes de institucionales nacionales como el INIDE esto no permite que la población tenga buenos ingresos y así vivir en condiciones en las cuales satisfagan los estándares de vida.

3.2.2 Fuentes de información

Las fuentes de información son aquellos instrumentos de los que puede obtenerse la información necesaria para efectuar la investigación comercial o estudio de mercado. Estas fuentes se pueden encontrar dentro de la empresa (fuentes internas), o bien fuera de ella (fuentes externas).

Es importante que tengas claro qué información quieres recopilar y dónde la puedes conseguir. Hoy en día vivimos anegados de información. Uno se puede ahogar fácilmente en un mar de datos. De ahí la importancia de la definición de los objetivos, pues son estos los que nos guiarán en el estudio y nos dirán qué información queremos. Es decir:

- Cuál es la situación del sector
- Qué productos tiene la competencia y su estrategia
- Cuál es el comportamiento de los beneficiarios del proyecto

Una vez sabes qué información necesitas, has de buscar tus fuentes de información. Generalmente se habla de fuentes de información primarias y fuentes de información secundarias

3.2.3 Técnica de investigación cuantitativa.

Se cuantifico la información. Esta técnica es la más conocida se basa en la encuesta y el sondeo. Para este caso se realiza un sondeo el cual permitió determinar un gran número de beneficiarios para conocer sus características demográficas, socioeconómicas y lo que esperan por parte de las autoridades en el sondeo se tuvo respuestas significativas, es decir, el sondeo se trata de obtener la importancia del proyecto.

Para este proyecto se tiene como información de primera mano las necesidades de la población que tiene la alcaldía de la municipalidad, y de los propios pobladores del barrio Miguel Merel del municipio de La Libertad los

cuales don alrededor de 120 familias afectadas por el mal estado de estas calles.

Imagen 10: Estado de la calle del Barrio Miguel Merel.



Fuente: Propia

Según fuentes de la alcaldía la cual es la información de primera mano que se posee para el lugar de estudio del proyecto no se cuenta con los recursos suficientes para brindarles a los pobladores mejores condiciones acceso y de salud.

No se descarta una posibilidad de gestionar un financiamiento o una contra partida de la comunidad, gobierno central y a futuro que este estudio sea una base para

un financiamiento de esta manera contribuir al desarrollo de la población del barrio Miguel Merel, municipio de La Libertad de igual forma a Nuestro país.

3.3 Ahorro por enfermedad.

Con respecto a lo que son ahorros, los principales beneficiados será la población, distintos sectores del gobierno: ministerio de salud, ministerio de transporte, entre otros. Por ejemplo se estima que para el año 2020 el ministerio de salud una vez ejecutado el proyecto ahorre C\$ 90,247.50 en lo que son gastos destinados a enfermedades comunes, incluyendo los costos de combustible en concepto de traslado de pacientes.

Tabla 20. Cálculo del ahorro por gasto en enfermedad.

Ahorro por Gasto en Enfermedad				
Descripción	Casos	Gasto por enfermedad (C\$)	Ahorro (%)	Ahorro total (C\$)
Casos de Diarrea (anual)	123	300	50%	18450
Casos de Dengue (anual)	35	300	50%	5250
Infecciones respiratorias agudas IRA (anual)	415	300	50%	62250
Total				85,950.00

Fuente. Elaboración Propia.

3.3.1 Beneficios.

Los beneficios encontrados en el proyecto conducen al siguiente flujo de valores que deben ser considerados en el análisis. El valor de la plusvalía ocurre una vez

en el tiempo cuando el proyecto es ejecutado y los otros beneficios ocurren cada año ajustándose de acuerdo a las tasas de crecimiento consideradas.

Tabla 21 . Proyección de gastos en enfermedades y transporte (C\$).

Año	Ahorro por gastos en enfermedad	Ahorro por combustible	Total
2020	C\$85,950.00	C\$4,297.50	C\$90,247.50
2021	C\$90,247.50	C\$4,512.38	C\$94,759.88
2022	C\$94,759.88	C\$4,737.99	C\$99,497.87
2023	C\$99,497.87	C\$4,974.89	C\$104,472.76
2024	C\$104,472.76	C\$5,223.64	C\$109,696.40
2025	C\$109,696.40	C\$5,484.82	C\$115,181.22
2026	C\$115,181.22	C\$5,759.06	C\$120,940.28
2027	C\$120,940.28	C\$6,047.01	C\$126,987.30
2028	C\$126,987.30	C\$6,349.36	C\$133,336.66
2029	C\$133,336.66	C\$6,666.83	C\$140,003.49
2030	C\$140,003.49	C\$7,000.17	C\$147,003.67
2031	C\$147,003.67	C\$7,350.18	C\$154,353.85
2032	C\$154,353.85	C\$7,717.69	C\$162,071.54
2033	C\$162,071.54	C\$8,103.58	C\$170,175.12
2034	C\$170,175.12	C\$8,508.76	C\$178,683.88
2035	C\$178,683.88	C\$8,934.19	C\$187,618.07
2036	C\$187,618.07	C\$9,380.90	C\$196,998.97
2037	C\$196,998.97	C\$9,849.95	C\$206,848.92
2038	C\$206,848.92	C\$10,342.45	C\$217,191.37
2039	C\$217,191.37	C\$10,859.57	C\$228,050.94
Total			C\$2,984,119.69

Fuente. Propia.

CAPITULO IV: ESTUDIO TECNICO

4.1 Estudio de suelos

Los métodos de diseño se fundamentan en las características de los suelos de fundación y en la comparación del comportamiento de pavimentos similares que habían tenido buena duración.

Se conoce que el tráfico tiene efecto sobre el diseño, pero su única medición se basa en el conteo de vehículos, su clasificación en cuanto a intensidad -pesado, medio o ligero- y la carga máxima por eje. Se dispone de más de 18 métodos de diseño, entre los más conocidos están los del “Índice de Grupo” y el “CBR”.

La falta de un estudio de suelos podría hacer colapsar a un edificio o vivienda.

En toda obra de arquitectura o ingeniería moderna, ya sea viviendas o edificios, es necesario e imprescindible la realización de un estudio de suelos

Los estudios de suelos para carreteras deben suministrar datos suficientes del subsuelo que permitan definir las propiedades geotécnicas más importantes de los suelos y materiales por los que atraviesa el proyecto y señalar las unidades geomorfológicas a las que pertenecen. Para ello se tiene que llevar a cabo la investigación sistemática de los terrenos del trazado de la vía; aparición de algún problema particular.

La importancia del estudio de suelos depende del tipo de proyecto que vaya a realizar y de la magnitud de este; con los resultados que se obtengan del estudio de suelos se podrán tomar decisiones. Dependiendo del tipo de suelo es la capacidad de soporte del suelo (resistencia del suelo) y eso se puede determinar únicamente con el estudio de suelos.

Con estudio de suelos, se puede determinar cuánto se gastará o cuanto se ahorrará en una cimentación o en proyecto de carreteras; ya que muchos proyectos en los que no se hace estudio de suelos, resulta que cuando están ya contruidos se dan cuenta que se producen asentamientos y estos incrementan los costos de todo proyecto.

Tabla 22: Ensayo que se realiza a una muestra.

Tipo de Ensayo	Designación	
	AASHTO	ASTM
Análisis Granulométrico de los Suelos	T-88	D-422
Límite líquido de los Suelos	T-89	D-423
Límite Plástico e Índice de Plasticidad de los Suelos	T-90	D-424
Clasificación Highway Research Board, o clasificación AASHTO	M-145	D-3282
Humedad Natural		D-2216
CBR (California Bearing Ratio)	T-193	D-1883
Pesos Volumétricos		C-29
Desgaste Los Ángeles en muestras de materiales para Base	T-104	C-131

Fuente: Manual para la revisión de estudios Geotécnicos (MTI)

En los proyectos de construcción se desprende la necesidad de contar, tanto en la etapa de proyecto, como durante la ejecución de la obra, con datos firmes, seguros y abundantes respecto al suelo que se está tratando.

El conjunto de estos datos debe llevar al proyectista a adquirir una concepción razonablemente exacta de las propiedades físicas del suelo que hayan de ser consideradas en sus análisis. En realidad, es en el laboratorio de Mecánica de Suelos donde el proyectista ha de obtener los datos definitivos para su trabajo; Primero al realizar las pruebas de Clasificación ubicará en forma correcta la ubicación del problema que se le presenta y de esta ubicación podrá decidir como segunda fase de un trabajo, las pruebas más adecuadas que requiere su problema en particular.

Para definir las características de deformación y resistencia a los esfuerzos en el suelo con que haya de laborar. Pero para llegar en el laboratorio a unos resultados razonablemente dignos de crédito es preciso cubrir en forma adecuada una etapa previa e imprescindible: la obtención de muestras de suelo apropiadas para la realización de las correspondientes pruebas.

Resultados obtenidos

En el año 2016 se realizó estudios de suelo a dichas calles con fines de trabajos monográficos, estas se llevaron a cabo en el laboratorio de materiales y suelo de la Universidad Nacional de Ingeniería “Julio Padilla” bajo la supervisión de Lucas Bernardo Calvo Rojas (Q.P.D.C).

Descripción de Trabajo de Campo

4.2 Trabajo de campo

4.2.1 Extracción de muestras de sondeos de la línea (calles).

El trabajo de campo se realizó con la visita del sitio y determinaron la cantidad de sondeos que se realizaron, con la ayuda de técnicos se determinó un total de catorce sondeos de exploración las cuales fueron ubicados estratégicamente a lo largo de todas las calles que se sometieron al estudio en el barrio Miguel Merel municipio de la Libertad Chontales, las dimensiones de estas calitas fueron de 1.00 m x 1.00 m de sección con una profundidad de 1.50 m.

Se procedió a la excavación de la primera de las catorce calicatas la cual se encuentra ubicada en la esquina opuesta al centro de salud. Se extrajo una muestra representativa de uno de los estratos que presentaba la excavación a una profundidad de 1.20m con un peso de tres kilogramos (3kg) la cual solo se utilizó para ensayos de clasificación (Granulometría y Límites de Consistencia).

Imagen 11: Excavación y extracción de muestra de sondeo 1.



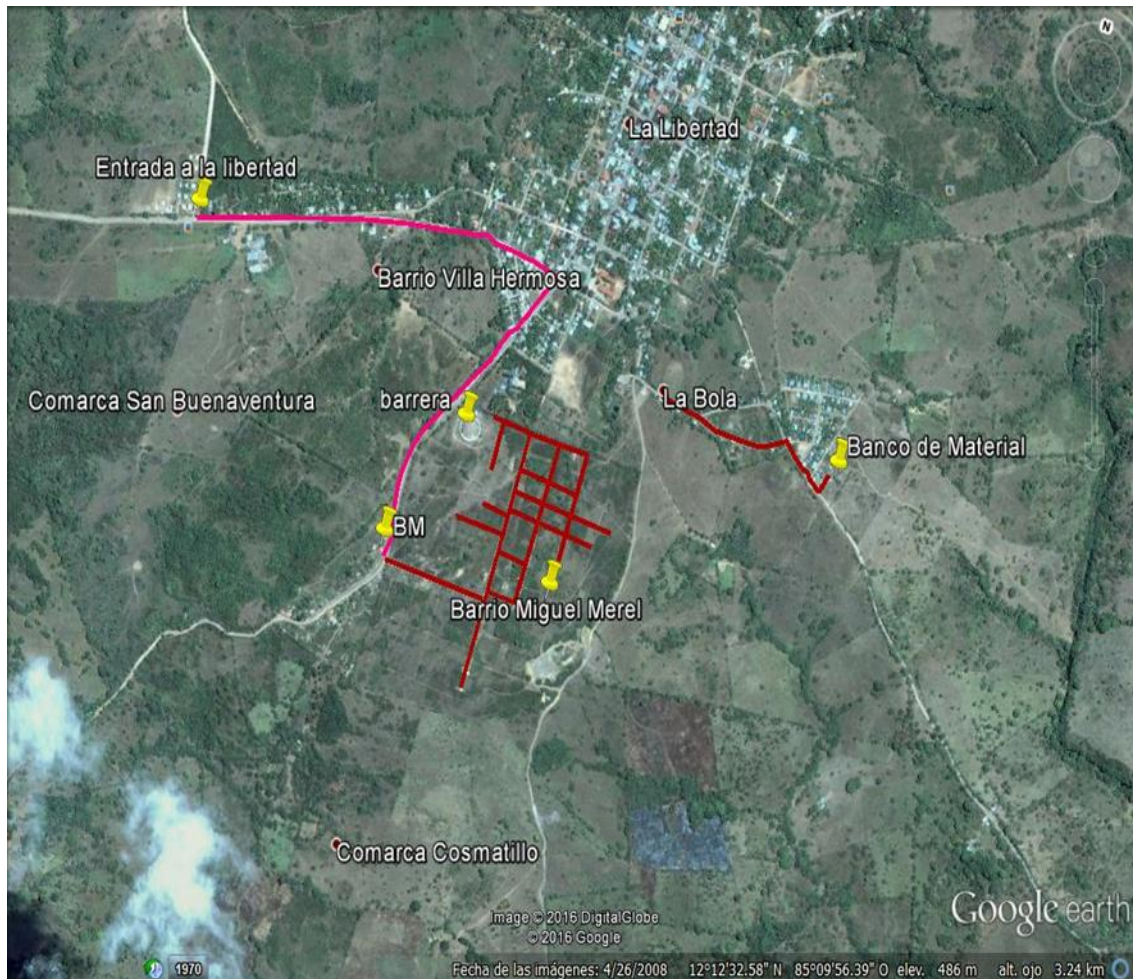
Fuente. Calvo L, (Septiembre 2016) diseño de pavimento flexible.

4.3 Investigación del banco de material

Se localizaron los bancos de materiales existentes en la zona, teniendo como resultados la ubicación de dos bancos donde la Alcaldía de La Libertad explota para la extracción de material selecto que se utiliza para el mejoramiento de caminos y estructuras pavimento de sus calles. Se decidió extraer muestra del banco más cercano para conocer su comportamiento mediante los estudios de laboratorio.

Este se ubica exactamente, del lugar conocido como “La Bola” 571 metros al Este, siguiendo la ruta trazada en el mapa de Google Earth.

Mapa 3: Ubicación del Banco de Materiales.



Fuente. Calvo L, (Septiembre 2016) diseño de pavimento flexible.

Trabajo de Laboratorio Los estudios consistieron en: Análisis granulométrico, límites de consistencia (límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad), compactación de los suelos y valor relativo de soporte (CBR)

Ensayo de Granulometría por mallas (NORMA TECNICA ASTM D 422)

Este ensayo permite la caracterización física del suelo y se emplea para determinar las proporciones de los tamaños de grano de una masa de suelo conocida. El procedimiento consistió agrupando las muestras en rango de

tamaños esto se logra con mallas de diferentes aperturas conocidas llamadas tamices.

El ensayo da inicio con la preparación de las muestras se prepararon porciones las cuales fueron disgregadas para su homogenización, utilizando el método del cuarteo se toma una muestra la cual fue la que sometió al ensayo. Este procedimiento se les realizó a todas las muestras.

Imagen 12 : Preparacion de muestras para analisisGranulometrica.



Fuente. Calvo L, (Septiembre 2016) diseño de pavimento flexible.

4.4 LIMITES DE CONSISTENCIA (NORMA TECNICA ASTM 4318-84)

4.4.1 Determinación de Límite Líquido (L.L)

Para encontrar los límites de consistencia o límites Atterberg se inició con la prueba del límite líquido, la cual esta se realizó tomando una muestra de suelo que pasa por el tamiz número 40. El cual este se humedeció y amasó hasta llegar al punto que formara una pasta.

Procedimiento

Se colocó una porción de la muestra en el equipo de Casa Grande realizando una apertura al centro con la ayuda del ranurador, se contaron los golpes que fueron necesarios para cerrar la apertura previamente echa con el equipo antes mencionado.

Imagen 13: Equipo de casa grande para determinación límite de líquido.



Fuente. Google imágenes 2019

4.4.2 Determinación de Límite Plástico (L.P)

El límite plástico es el contenido de humedad, expresado en porciento, cuando comienza agrietarse un rollo formado con el suelo de 3 mm de diámetro, al rodarlo con la mano sobre una superficie lisa y absorbente

Vidrio esmerilado o papel absorbente, Taras, Balanza con sensibilidad de 0.01 gr, Horno con temperatura constante de 100 a 1.

Procedimiento

Se tomó aproximadamente la mitad de la muestra que se usó en límite líquido, procurando que tenga una humedad uniforme cercana a la humedad optima, se amaso con la mano y rodándolo sobre una superficie limpia y lisa hasta que se formó un cilindro de 3 mm, de diámetro y de 15 a 20 cm de largo.

Se amaso el rollo de muestra de suelo repitiendo el procedimiento tantas veces como fue posible con el motivo de reducir gradualmente la humedad por evaporización, hasta que este se empezó a endurecer.

Con los datos anteriores se calculó su contenido de humedad y el promedio de ambos es el valor del Limite Plástico.

Repitiendo estos pasos de Limite Liquido y Limite Plástico para todas las muestras extraídas en el campo, con un total de 12 ensayos para las muestras correspondientes.

Imagen 14: Rollos de 3 mm de Diámetro para determinar limite Plástico.



Fuente. Calvo L, (Septiembre 2016) diseño de pavimento flexible.

4.4.2.1 Determinación del Índice de Plasticidad (I.P)

Una vez obtenido los datos de humedades o determinados los contenidos de Límite Líquido y Límite Plástico se calculó el Índice de Plasticidad este dato es el rango de humedades que tienen las muestras de suelos, es la diferencia entre el Límite Líquido y el Límite Plástico.

4.5 Clasificación de muestras (NORMA TECNICA AASHTO M-145).

Se procedió a la clasificación de las muestras haciendo uso de la norma técnica AASHTO M-145, “**clasificación de suelos y muestras de agregados de suelos para propósitos de construcción de carreteras**”, la cual en este método se logra obtener su índice de grupo.

Este método clasifica los suelos de acuerdo a su composición las cuales son: su granulometría, Límite Líquido y su Índice de Plasticidad. Este método clasifica a los suelos, de acuerdo a su composición granulométrica, su límite líquido y su índice de plasticidad, en siete grupos de A-1 a A-7. Los suelos cuyas partículas pasan el tamiz No. 200 (0,075 mm) en un porcentaje menor al 35 %, forman los Grupos A1, A2, A3 y los subgrupos que corresponden.

En cambio, los suelos finos limo-arcillosos que contienen más del 35 % de material fino que pasa el Tamiz No. 200, constituyen los Grupos A-4, A-5, A-6, A-7 y los correspondientes subgrupos.

Los índices de grupo de los materiales granulares están comprendidos entre 0 y 4, los correspondientes a suelos limosos entre 8 y 12, y los correspondientes a suelos arcillosos entre 11 y 20 o un número mayor.

Tabla 23: Formato utilizado para clasificar suelos (AASHTDM-145).

Clasificación general		Material Granular (35% o menos del total pasa No.200)					
Grupo de clasificación	A -1		A - 3	A - 2			
	A - 1 - a	A - 1 - b		A - 2 - 4	A - 2 - 5	A - 2 - 6	A - 2 - 7
Análisis de tamices							
(porcentaje que pasa)							
No. 10	50 max.						
No. 40	30 max.	50 máx.	51 min.				
No. 200	15 max.	25 max.	10 max.	35 max.	35 max.	35 max.	35 max.
Características de la							
fracción que pasa No.40							
Límite líquido				40 max.	41 min.	40 max.	41 min.
Índice de plasticidad	6 max.		NP	10 max.	10 max.	11 min.	11 min.
Tipos usuales de	Fragmentos pétreos,		Arena fina	Limos o gravas arcillosas y arena			
materiales que consta	grava, y arena						
Valoración general	Excelente a bueno						
del subgrupo							

Fuente: Principles of Geotechnical Engineering Braja M. Das, 1996.

Utilizando la imagen anterior se procedió a la clasificación de las muestras con los datos de granulometría y límites de consistencia como haciendo uso de la norma técnica (AASHTO M-145)

Tabla 24: Clasificación de muestras de suelo Método AASTHO.

CLASIFICACIÓN DE MUESTRAS (NORMA TECNICA. AASHTO M-145)										
Nº MUESTRA	% PASAPOR LA MALLA			L.ATTERBERG			Clasificación		Indice de grupo	Tipo de suelo
	NUM.4	NUM.40	NUM.200	L.L	L.P	I.P				
1	60	32	22	42,95	25,96	16,99	A-2	A-2-7	(0)	Arcilloso
2	47	24	17	33,86	20,17	13,69	A - 6	-	(0)	Grava, arena limosas y arcillosas
3	63	44	34	39,86	22,45	17,42	A - 2	A - 2 - 6	(1,2)	Grava, arena limosas y arcillosas
4	84	69	56	29,81	23,9	6,72	A - 7	A - 7 - 5	(1,80)	Arcilloso
5	99	93	85	50,43	36,23	14,20	A - 7	A - 7 - 6	(14,96)	Arcilloso
6	78	56	40	36,92	25	11,92	A - 6	-	(1,5)	Arcilloso
7	100	94	87	48,17	27,65	20,51	A - 7	A - 7 - 5	(21)	Arcilloso
8	100	89	79	48,71	31,60	17,11	A - 7	A - 7 - 6	(14,51)	Arcilloso
9	81	64	55	37,37	25,96	11,41	A - 6	-	(4,3)	Arcilloso
10	100	96	93	51,64	34,27	17,37	A - 7	A - 7 - 6	(0,78)	Grava, arena limosas y arcillosas
11	99	94	86	53,8	33,93	19,87	A - 7	A - 7 - 6	(3,78)	Arcilloso
12	72	56	42	41,25	25,37	15,49	A - 7	A - 7 - 5	(0)	Arcilloso
B.de Material	29	18	13	34,66	16,27	18,38	A-2	A-2-6	(0)	Grava, arena limosas y arcillosas

Fuente. Calvo L, (Septiembre 2016) diseño de pavimento flexible.

SE LOGRA OBSERVAR EN LAS MUESTRAS LA PRESENCIA DE SUELO ARCILLOSO EN CASI LA TOTALIDAD DE LAS MUESTRAS ENSAYADAS A EXCEPCIÓN DEL BANCO DE MATERIAL.

4.6 Compactación de suelos (NORMA TECNICA ASTM D 1557-91)

Mediante este ensayo se buscó mejorar las características de resistencia, compresibilidad y esfuerzo de deformación de las muestras tomadas en el banco de material la cual es la que se pretende que forme la estructura de pavimento del diseño.

Resultados

Se presentarán los resultados de los datos de Proctor obtenidos, se realizaron dos tipos de Proctor el Proctor estándar (**ASTM D 698-91**) se les realizó a las muestras

extraídas de la línea ya que son suelos cohesivos y el modificado a la muestra del banco de material por lo que es un suelo granular.

Tabla 25. Resultados de los ensayos de compactación correspondientes a la línea y banco de materiales.

Tipo de Ensayo	Norma Técnica	Densidad Máxima	Humedad Óptima
Compactación de la línea	ASTM D 698-91	1,900 kg/m ³	28%
Compactación del Banco	ASTM D 698-91	2,350 kg/m ³	8.4%

Fuente. Calvo L, (Septiembre 2016) diseño de pavimento flexible.

En los resultados que corresponden a las pruebas de compactación se observa que los datos que corresponden a la línea se obtienen una densidad seca máxima muy baja de 1,900kg/m³, con respecto a su contenido de humedad, para este caso lo más conveniente es descartar este material para cualquier tipo de mejoramiento en el diseño de pavimento. En los datos de granulometría se logra apreciar el comportamiento del suelo en toda la línea clasificándose como material arcilloso en su mayoría.

Para el caso del banco de material los resultados de la prueba de compactación su comportamiento es más satisfactorio siendo estos de 2,350 kg/m³ en densidad seca máxima y 8.4% de humedad óptima este material alcanza una gran resistencia de compactación al 100% con un contenido de agua bajo por la baja presencia de material arcilloso como se indicó en la clasificación de suelos por la norma **técnica (AASHTO M- 145)** es una combinación de gravas, arenas, limos y arcillas, que por su naturaleza es un material de excelente a bueno para ser utilizado en los diseños de estructuras de pavimento.

4.7 Ensayo de valor relativo de soporte (C.B.R.) NORMA TECNICA (ASTM D 1883-73).

El C.B.R. se determina como la relación en porcentaje entre la fuerza utilizada para la penetración de 0.25 cm (0.1 pulgada) con un vástago de 19.35 cm² (3 pulg²) de área con una velocidad de penetración de 1.27 mm/minutos (0.05 pulg/min) y la fuerza ejercida en un material patrón (piedra triturada) para esa misma penetración.

Fórmula para el cálculo de CBR

$$CBR (\%) = \frac{\text{carga unitaria del ensayo}}{\text{carga unitaria patron}} \times 100$$

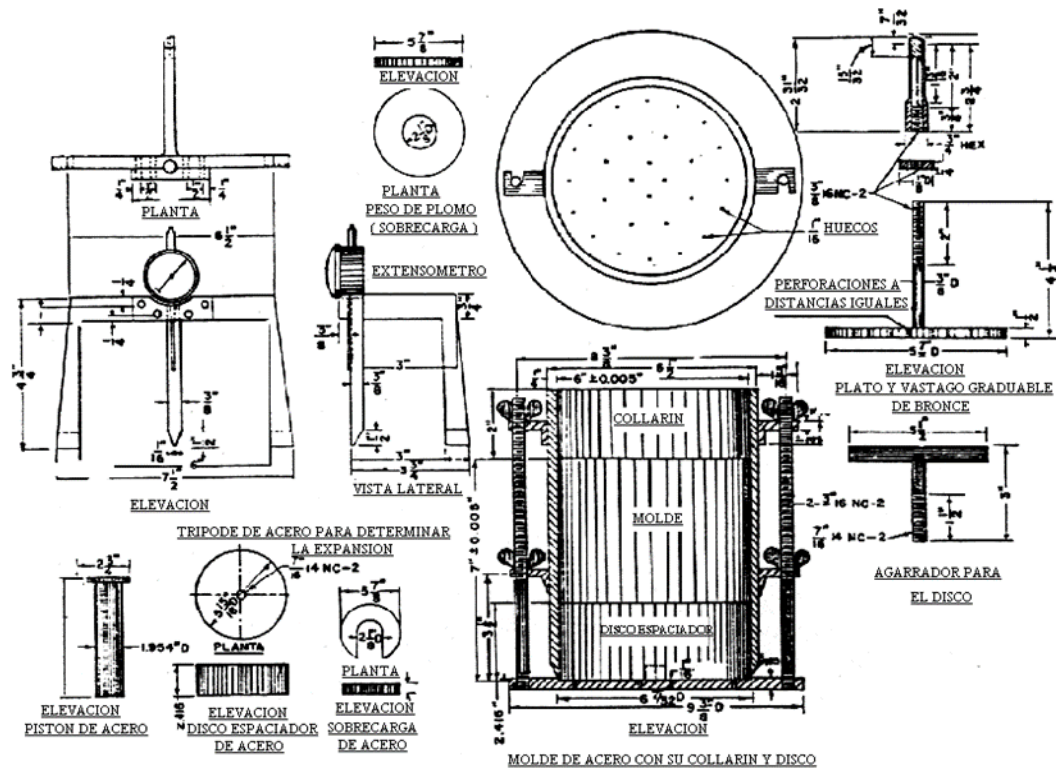
Tabla 26: Cargas unitarias patrón.

PENETRACION			CARGA UNITARIA PATRON		
Milímetros (mm)	Centímetros (cm)	Pulgadas (pulg.)	Kilogramos/cm ² (Kg/cm ²)	MPa	PSI
2.5	0.25	0.10	70.31	6.9	1,000
5.0	0.50	0.20	105.46	10.3	1,500
7.5	0.75	0.30	133.58	13.0	1,900
10.0	1.00	0.40	161.71	16.0	2,300
12.7	1.27	0.50	182.80	18.0	2,600

Fuente. Guía de laboratorios de suelo UNI.

El objetivo del ensayo fue determinar experimentalmente el valor soporte de California para las muestras de suelo de la línea y del banco de material para 0,1" y 0,2" tomando el valor mayor del número CBR mediante la maquina CBR midiendo los valores del esfuerzo-penetración para las muestras del banco de material y la línea.

Imagen 15: Diagrama de molde y equipo para la prueba de CBR.



Fuente. Google Imágenes 2019.

Procedimiento

Se inició con la preparación de tres muestras del banco de material, las muestras fueron preparadas con el contenido de humedad óptima calculada con anterioridad en la prueba de compactación la cual resulto ser de **8.4%**, esto equivale al 8.4% del peso total de la muestra ensayada.

Después de añadirle agua se introdujo en el molde previamente preparado y pesado a un número de capas determinada como lo indica la norma usada. Se le dieron 56 golpes a cada capa con el pisón para la primera muestra ensayada, para la segunda muestra 25 golpes por cada capa y por último una tercera muestra la cual se le dieron 10 golpes a cada capa.

Colocando los filtros en los moldes según lo establece la norma las muestras se sometieron a saturación por 96 horas esto con el fin de simular las condiciones más desfavorables que se puede encontrar.

Pasadas las 96 horas las muestras se sacaron del sitio de saturación y se prepararon para la prueba de penetración por medio de un pistón de diámetro conocido y una velocidad de penetración estandarizada conocida comúnmente en el laboratorio como “maquina CBR”.

Tabla 27: Resultados de CBR para el banco de material compactado a 56 golpes.

Penetración (Pulg.)	Penetración (mm)	Esfuerzo kg/cm ²	Esfuerzo Patrón	Número CBR
0.100	2.54	453.53	70.31	62
0.200	5.08	82.09	105.46	78

Fuente: Elaboración propia.

La normativa indica que se procede a realizar ensayo de Valor Relativo de Soporte (CBR) a los moldes a diferentes energías de compactación, en la tabla anterior se presentan las muestras de los valores de CBR que corresponden al banco de material llamado “**La Bola**” con los datos de la humedad óptima y la energía de compactación del ensayo de compactación realizado anteriormente.

Se tomaron 2 valores para una penetración de 0.1” y 0.2” como indica la norma se toma el dato mayor el CBR el número para el banco de material de **78**.

En la tabla se muestran valores de CBR de diseño para 85% y 98%. Para el diseño se decidió trabajar a un porcentaje de compactación del 98%, esto implica que el CBR de diseño que representa la tabla da un valor de 52, **CBR de diseño= 52**

Tabla 28: CBR de diseño.

CALCULO DE CBR DE DISEÑO				
Densidad seca kg/m ³	porcentaje de Compactacion	valores de CBR calculados	CBR de diseño a 95%	CBR de diseño a 85% proctor
2350	100	78	52	35
2232	98	58		
1880	85	35		

Fuente: Elaboración por sustentantes.

Tabla 29: Clasificación de valor de soporte relativo en estructura de pavimento.

CBR	CLASIFICACION	USOS	AASHTO
0-3	Muy pobre	Subrasante	A5, A6, A7
3-7	Pobre a regular	Subrasante	A4, A5, A6, A7
7-20	Regular	Sub-base	A2, A4, A6, A7
20-50	Bueno	Base, sub-base	A1, A2-5, A3, A2-6
>50	Excelente	Base	A1-a, A2-4, A3

Fuente: BOWLES, J. (1981). Manual de laboratorio de suelos de Ingeniería. Pág.núm.191.

Este valor se encuentra en el rango de bueno para ser usado como material de base tal como lo muestra la siguiente tabla.

4.8 ESTUDIO DE TRANSITO.

El tránsito es la variable más importante para un diseño de pavimentos, para el dimensionamiento de un pavimento es necesario determinar los efectos de las cargas que estos vehículos causaran sobre cualquier tipo de pavimento, por lo cual se debe de conocer el número y tipo de vehículos que circularan por una vía, así como la intensidad de la carga y la configuración del eje que la aplica. Constituye el instrumento que sirve al ingeniero para cumplir con sus objetivos definidos como la planificación de la red vial y la circulación del tránsito vehicular.

En el año 2016 se realizó un aforo vehicular como se planteó en los antecedentes de este trabajo monográfico, para este estudio se realizó un nuevo aforo vehicular para determinar el comportamiento del tráfico actual con el fin establecer las nuevas cargas de diseño.

Tabla 30: Aforo inicial año 2016.

AFORO VEHICULAR DURACION 12 HORAS								
DIAS	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	TOTAL
VEHICULO DE PASAJERO								
Motos	30	32	27	29	38	40	20	216
Moto taxi	60	55	65	60	75	70	45	430
Autos	25	22	24	20	22	35	20	168
Jeep	2	1	0	0	0	3	1	7
Camionetas	15	13	18	15	21	22	12	116
Micro bus	0	0	0	0	0	0	0	0
VEHICULO DE CARGA								
Liviano de carga	12	8	7	10	8	15	8	68
C2	8	5	3	4	2	4	3	29
C3	6	1	2	1	0	1	0	11
T2-S1	0	0	0	0	0	0	0	0
T2-S2	0	0	0	0	0	0	0	0
T3-S1	0	0	0	0	0	0	0	0
T3-S2	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	158	137	146	139	166	190	109	1045

Fuente. Calvo L, (Septiembre 2016) Aforo Vehicular.

Tabla 31: Aforo vehicular 2019.

AFORO VEHICULAR DURACION 12 HORAS								
DIAS	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	TOTAL
VEHICULO DE PASAJERO								
Motos	31	117	42	180	246	286	276	1178
Moto taxi	63	56	67	62	76	72	46	0
Autos	2	54	22	82	62	149	137	506
Jeep	2	2	1	23	9	1	12	44
Camionetas	14	82	38	129	50	197	192	702
Micro bus	1	1	2	3	5	2	9	14
VEHICULO DE CARGA								
Liviano de carga	38	69	42	17	53	82	63	364
C2	2	70	3	18	82	138	123	431
C3	13	42	42	129	49	31	2	306
T2-S1	0	0	0	0	0	0	0	0
T2-S2	0	0	0	0	0	0	0	0
T3-S1	0	0	0	0	0	0	0	0
T3-S2	0	0	0	0	0	0	0	0
Tx-Sx-5		0	0	0	0	0	0	0
Total	166	434	186	578	556	883	791	3545

Fuente: Elaboración propia.

4.8.1 Tránsito promedio diario (TPDiurno).

Como primer paso se requiere conocer el Di_{rno} (Tránsito Promedio Diario) el cual se calcula con la siguiente formula:

$$TPD = \frac{N}{T}$$

TPD = Tránsito Promedio Diario

N= sumatoria de todos los vehículos aforados

T= Tiempo de duración del aforo

4.8.2 Ajustes del tránsito promedio diario con sus respectivos valores de ajuste.

Debido a que el conteo se efectuó durante horas diurnas de 6:00 am a 6:00 pm es necesario ajustar los resultados a tráfico día y tráfico noche.

En lo que corresponde para los factores de ajuste en este caso se tomaron los datos de la estación de mayor cobertura más cercana que se presenta en el Anuario de tráfico vehicular año 2017 el que corresponde al tramo de Juigalpa-Acoyapa Chontales.

Tabla 32: Factores de ajuste vehicular.

Camino: NIC-7	Estación: 704	Tramo: Juigalpa - Emp. Acoyapa	Periodo L	Días: 3	Horas:	Mes/Año Marzo 2017	Km: 161.930															
Grupos	Motos	Vehículos de Pasajeros						Vehículos de Carga								Equipo Pesado			Total			
		Autos	Jeep	Cam.	McBus <15 s.	MnBus 15-30 s.	Bus 30+ s.	Liv. 2-5 t.	C2 5+ t.	C3	Tx-Sx <=4 e.	Tx-Sx >=5 e.	Cx-Rx <=4 e.	Cx-Rx >=5 e.	V.A.	V.C.	Otros					
		2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16	18	19	21				
TP(D)	370	395	100	706	97	8	125	163	319	45	3	135					4	2470				
Factor Dia	1.30	1.32	1.37	1.31	1.36	1.30	1.20	1.33	1.60	1.48	1.00	1.45	1.00	1.00	1.00	1.00	1.22					
Factor Semana	0.97	1.02	1.00	0.94	0.98	1.64	1.00	0.87	0.90	0.87	1.00	0.86	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95					
Factor Ajuste	0.98	1.01	1.02	1.00	0.99	1.10	1.03	0.97	0.93	1.16	1.00	0.87	1.00	1.00	1.00	1.00	1.12					
TPDA Ene-Abr	458	537	140	872	127	19	156	184	427	68	3	147					5	3,143				
% TPDA	14.57	17.09	4.45	27.74	4.04	0.60	4.96	5.85	13.59	2.16	0.10	4.68					0.16	100.00				
% Vehiculos Livianos		68.50%						% Vehiculos Pesados						31.34%						0.16%		100.00%

Fuente: Anuario de Tráfico MTI 2017.

Cálculo de TPD tipo de vehículo (Motos)

$$TPDi = TPD * Fajuste = \text{Veh/hrs}$$

$$TPD \text{ ajustado (moto)} = (68) (1.3) = 218 \text{ motos}$$

Tabla 33: Transito promedio diario con sus respectivos valores de ajuste.

TRANSITO PROMEDIO DIURNO CON SU RESPECTIVO VALORE DE AJUSTE				
Tipo de vehiculo	Tránsito semanal	TPD	Factor de ajuste Diurno	TPD Ajustado a 24 hrs
Motos	1178	168	1.3	218
Moto taxi	0	0	0	0
Autos	506	72	1.32	95
Jeep	44	6	1.37	8
Camionetas	702	100	1.31	131
Micro bus	14	2	1.36	2
Liviano de car	364	52	1.33	69
C2	431	62	1.6	99
C3	306	44	1.48	65
Tx-Sx-5	0	1	1.45	1
Total	3545			688

Fuente: Elaboración propia.

4.9 Tránsito promedio diario anual (TPDA).

El tránsito promedio diario anual es un valor el cual representa un promedio de la cantidad o los volúmenes diarios de tránsito que circularan durante un año en una sección determinada de cualquier vía

Con el tránsito promedio diario proyectado a 24 horas, se procedió a multiplicarlo por un factor semana y un factor de expansión de la estación sumaria N° 2301, respectivamente para las estaciones de conteo vehicular determinando así el tránsito promedio diario anual.

4.9.1 Proyección de tránsito.

Los factores utilizados y que impactan fuertemente las proyecciones del tráfico son: los crecimientos poblacionales, el comportamiento del producto interno bruto (PIB) y tasas de crecimiento vehicular históricas, por lo que las mínimas variaciones en los datos que se asumen de estas variables socioeconómicas pueden provocar cambios significativos en el volumen vehicular proyectado.

Por lo cual se tomaron en cuenta variables importantes como son el comportamiento demográfico del municipio de La Libertad, el crecimiento del producto interno bruto (PIB) con datos anuales del (BCN) y el censo poblacional del municipio realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INIDE).

CRECIMIENTO POBLACIONAL DEL MUNICIPIO DE LA LIBERTAD CHONTALES

Tabla 34: Tasa de crecimiento Vehicular (TC).

Municipio, Año y Tasa de Crecimiento	Ambos Sexos	Hombres	Mujeres
LA LIBERTAD			
2005	11 786	6 072	5 714
2006	12 042	6 198	5 844
2007	12 301	6 325	5 976
2008	12 561	6 452	6 109
2009	12 794	6 565	6 229
2010	13 055	6 692	6 363
2011	13 312	6 817	6 495
2012	13 569	6 941	6 628
2013	13 825	7 065	6 760
2014	14 077	7 187	6 890
2015	14 328	7 308	7 020
2016	14 556	7 421	7 135
2017	14 779	7 532	7 247
2018	14 998	7 643	7 355
2019	15 208	7 748	7 460
2020	15 430	7 851	7 579
Tasa de Crecimiento			
2005 - 2010	2.0	1.9	2.2
2010 - 2015	1.5	1.4	1.6
2015 - 2020	1.5	1.4	1.5

Fuente: VII Censo de población y IV de vivienda, 2005 (INIDE).

4.9.2 Tasa de crecimiento vehicular (TC)

Se necesitó establecer una proyección de tránsito para conocer el crecimiento de este a lo largo del periodo de diseño, el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) proporciona estos datos de registros históricos del comportamiento vehicular de la red vial.

Se estima una tasa de crecimiento del 4.89 % en la estación N° 704 “Juigalpa-Empalme de Acoyapa” (la más cercana respecto al tramo), para el periodo 2003-2017.

Tabla 35: TPDA Histórico por tipo de vehículo.

N°	CODIGO NIC	EST.	TIPO	NOMBRE DEL TRAMO	Depart.	Año
73	NIC-7	704	ECD	Juigalpa - Emp. Acoyapa	Chontales	2017
						2015
						2011
						2009
						2005
						2003
						EMC: 300
						Tasa Crecimiento: 4.89%

Fuente: Anuario del MTI 2017: TPDA histórico por tipo de vehículo.

Esta tasa puede ser calculada también de acuerdo con la ecuación:

$$TC = \left(\left(\frac{TPDA_i}{TPDA_0} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right)$$

TC= tasa de crecimiento vehicular

TPDA_i= tráfico promedio diario actual

TPDA₀= tráfico promedio diario del año base

n= diferencia de años

Tabla 36 : Comportamiento del producto interno bruto en los ultimos 10 años.

año	% crecimiento
2008	3.4
2009	-3.3
2010	4.4
2011	6.3
2012	6.5
2013	4.9
2014	4.8
2015	4.8
2016	4.7
2017	4.9
Promedio	4.14

Fuente: Estadísticas macroeconómicas 2017 (BCN).

4.9.3 Cálculo de tasa de crecimiento de tránsito (i).

Para obtener este valor se necesita conocer datos como son: el crecimiento poblacional, el comportamiento de tránsito y el producto interno bruto de los últimos 10 años en el país. En nuestro caso en el anuario de aforos vehiculares del Ministerio de Transporte de Infraestructura (MTI), ya se establece la tasa de crecimiento vehicular (i) el cual su valor es: 4.89%.

4.9.4 Tránsito de diseño.

Periodo de diseño

El manual centroamericano de normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales (**SIECA**) recomienda un periodo de proyección de 20 años como la base para el diseño, aunque igualmente se acepta que para proyectos de construcción o rehabilitación de carreteras se puede reducir dicho horizonte a un máximo de 10 años.

Tabla 37. Periodos de diseño para diferentes tipos de carreteras.

Tipo de carretera	Periodo de diseño
Autopista Regional	20-40 años
Troncales suburbanas	15-30 años
Troncales Rurales	
Colectoras Suburbanas	10-20 años
Colectoras Rurales	

Fuente: Manual centroamericano de normas para el diseño geométrico de carreteras regionales (SIECA) 2001.

Factor de crecimiento

Este factor se relaciona con el número de años al cual se proyecta el estudio de tránsito, tasa del crecimiento anual, esta muestra como incrementan el flujo vehicular en todo el periodo de diseño

$$FC = \left(\frac{(1+i)^{n-1}}{i} \right) * 365$$

Dónde:

FC= factor de crecimiento

i = tasa de crecimiento de transito

n= periodo de diseño en años

365= días del año

En la sustitución de valores obtenemos:

i = 4.89%

n = 20 años

$$FC = \left(\frac{(1+0.0489)^{20-1}}{0.0489} \right) * 365$$

$$FC = 18,489.77 \approx 18,490$$

FACTOR DIRECCIONAL (FD).

En una carretera de dos carriles, uno en cada dirección, el carril de diseño es uno de ellos, por lo tanto, el factor de distribución por carril es 100%. Para autopistas multicarriles el carril de diseño es el carril exterior y el factor de distribución depende del número de carriles en cada dirección que tenga la autopista. En la tabla siguiente se muestran los valores utilizados por la AASHTO.

Tabla 38: Factor de distribución por dirección (FD).

Número De carriles en ambas direcciones	Porcentaje de Distribución
2	50
4	45
6 o más	40

Fuente: Sieca 2001, Referencia: Guía de diseño de pavimento AASTHO, 1993.

Para el caso de la vía se tiene proyectada que funcionen dos carriles cuyo porcentaje de distribución será de 50%= 0.5.

Factor de distribución por carril.

Es un factor que se define por el carril de diseño para un camino cualquiera de los dos puede ser el carril de diseño donde la SIECA los proporciona por número de carriles en una sola dirección.

Tabla 39: Factores de distribución por carril.

Número de carriles en una sola dirección	Fc'
1	1
2	0.80 – 1.00
3	0.60 – 0.80
4	0.50 – 0.75

Fuente: SIECA 2001, Referencia: guía de diseño de pavimentos AASTHO, 1993.

Para el tramo en estudio se asignó el valor de **Fc = 1** ya que la vía posee un carril en un sentido direccional.

Determinación del tránsito proyectado

Para la proyección del tránsito promedio diario anual que circulara en el año horizonte se realizó bajo la aplicación del modelo matemático siguiente:

$$TPDA_0 = T^0 * (1+i)^n$$

Donde

TPDA₀= tránsito promedio diario anual, inicial del año actual

T₀ = Transito inicial en el año

n= número de año en el periodo de diseño.

Calculo de TPDA2018

$$TPDA_{2018} = 34 * (1+0.0318)^{20} = 64 \text{ motos}$$

Tabla 40: Cálculo de transito Promedio Diario proyectado 2039.

TRANSITO DE DISEÑO PROYECTADO				
Tipo de vehiculo	TPDA 2019	Tasa de Crecimiento	N	TPDA Proyectado 2039
Motos	218	0.0489	20	566
Autos	95	0.0489	20	247
Jeep	8	0.0489	20	21
Camionetas	131	0.0489	20	340
Micro bus	2	0.0489	20	5
Liviano de carga	69	0.0489	20	179
C2	99	0.0489	20	257
C3	65	0.0489	20	169
Tx-Sx-5	1	0.0489	20	3
Total				1788

Fuente. Elaboracion propia.

Posterior al cálculo del tránsito proyectado se determina el tránsito de diseño con la siguiente ecuación.

Cálculo de tránsito de diseño

$$T_D = TPDA_0 * FC * FD * F_c'$$

Donde:

$TPDA_0$ = Transito promedio diario anual del año cero.

FC: Factor de crecimiento

FD: Factor de distribución por sentido

F_c' : Factor de distribución por carril.

Tabla 41: Tránsito de Diseño proyectado al año horizonte 2039.

Transito de diseño proyectado al año horizonte 2039					
Tipo de vehiculo	TPDA 2019	FC	FD	F'C	TD 2039
Motos	218	18490	0.50	1	2015410
Autos	95	18490	0.50	1	878275
Jeep	8	18490	0.50	1	73960
Camionetas	131	18490	0.50	1	1211095
Micro bus	2	18490	0.50	1	18490
Liviano de carga	69	18490	0.50	1	637905
C2	99	18490	0.50	1	915255
C3	65	18490	0.50	1	600925
Tx-Sx-5	1	18490	0.50	1	9245
Total					6360560

Fuente: Elaboración Propia.

El nuevo tránsito de diseño es de 6, 360,560 para el año 2039, y en el año 2016 cuando se realizó el primer estudio de transito se obtuvo un valor de 2,185,792 esto quiere decir que hay un incremento de 4,174,768.

Tabla 42. Tránsito de Diseño proyectado al año horizonte 2036.

Tránsito de diseño proyectado al año horizonte					
Tipo de vehículo	TPD_{DIARIO} 2016	FC	FD	F'C	TD 2036
Motos	39	22304	0.50	1	434928
Moto taxi	77	22304	0.50	1	858704
Autos	35	22304	0.50	1	390320
Jeep	1	22304	0.50	1	11152
Camionetas	22	22304	0.50	1	245344
Liviano de carga	14	22304	0.50	1	156128
C2	6	22304	0.50	1	66912
C3	2	22304	0.50	1	22304
Total	196				2,185,792

Fuente. Calvo L, (Septiembre 2016) Aforo Vehicular.

4.10 DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO

4.10.1 Espesores de Pavimento

Las solicitudes de tránsito se utilizan para tener en cuenta el efecto de deterioro en el pavimento producido por las cargas de los ejes de los vehículos pesados y para definir estas cargas se hace uso de las ecuaciones de la AASHTO y de ciertos elementos esenciales que permiten determinar estos parámetros.

Este experimento realizado fue sin duda la prueba en carreteras más completa de todas las que se han realizado a lo largo de la fecha. De la información recolectada de esta se siguen produciendo beneficios, ya que el último método de diseño que se basa principalmente en los datos de campo obtenidos de esta prueba.

Actualmente en Nicaragua se está implementando el pavimento articulado como una opción por las ventajas que presenta, tales como los bajos costos de mantenimiento, mayor durabilidad, altas propiedades mecánicas las cuales le permite resistir considerables volúmenes de tránsito de todas sus categorías.

La facilidad de ejecución es una de las principales características de este tipo de pavimento, para este se puede proponer mano de obra no calificada haciendo uso de herramientas manuales fáciles de suministrar por el o los contratistas encargados de cualquier proyecto de estas características

Considerando las características antes mencionadas como son el bajo mantenimiento, mano de obra y herramientas de bajo costo existe la posibilidad de reutilización del material, si en un determinado tramo de carretera o calle el adoquín es reemplazado por algún otro tipo de material estos se pueden reutilizar en la carpeta de otro proyecto.

Para el diseño estructural de pavimento se trabajará con parámetros de estudio realizados en el manual de la **AASHTO 93** donde se consideran para pavimentos de adoquín los mismos criterios de diseño que para pavimentos flexibles.

Para el método AASHTO 93 la fórmula de diseño es la siguiente:

$$\log_{10} W_{18} = Z_r * S_o + 9.36 * \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left| \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right|}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10} Mr - 8.7$$

Donde:

W18: número de aplicaciones de cargas equivalentes de 80KN acumuladas en el periodo de diseño (n)

Zr: valor del área bajo la curva de distribución normal, función de la confiabilidad del diseño (R) o grado confianza en que las cargas de diseño no serán superadas por las cargas reales aplicadas sobre el pavimento

So: desviación estándar del sistema, función de posibles variaciones en las estimaciones de tránsito (cargas y volúmenes) y comportamiento del pavimento a lo largo de su vida de servicio

Δ PSI: pérdida de serviciabilidad prevista en el diseño

Mr.: Modulo de residencia de la subrasante y de las capas bases y sub-base granulares

SN: número estructural o capacidad de la estructura para soportar las cargas bajo las condiciones de diseño.

VARIABLES A CONSIDERAR

Índices de Serviciabilidad

Es la condición que tendrá el pavimento para proveer a los usuarios un manejo seguro, en el experimento de la AASHTO las respuestas de los conductores tabulaban en una escala de 5 a 1.

Tabla 43 : Índices de Serviciabilidad.

Índice de Serviciabilidad (<i>PSI</i>)	Calificación
5 – 4	Muy buena
4 – 3	Buena
3 – 2	Regular
2 – 1	Mala
1 – 0	Muy mala

Fuente: Manual de la AASHTO para el diseño de estructuras de pavimento 1993.

Serviciabilidad inicial (po)

Está en función del tipo de pavimento y del grado de calidad durante la construcción el valor establecido por el experimento de la **AASHO** para pavimentos Articulado fue de **4.2**.

Serviciabilidad final (pt)

Es el valor más bajo que puede ser tolerado por los usuarios antes de que sea necesario tomar acciones de rehabilitación o reconstrucción.

Tabla 44: Pérdidas de serviciabilidad.

Características de la vía	Pt
Autopistas urbanas y troncales de mucho tráfico	2.5-3
Autopistas urbanas y troncales de tráfico normal y autopistas interurbanas	2.0-2.5
Vías locales, ramales secundarias y agrícolas	1.8-2.0
Se recomienda que, normalmente el valor de pt nunca sea menor de 1.8, aun cuando las características de tráfico de la vía sean muy reducidas de ser el caso se recomienda disminuir el periodo de diseño	

Fuente: Manual de la AASTHO-93.

El valor establecido en el Experimento Vial de la AASHTO para los pavimentos Articulados fue de **4,2** como serviciabilidad inicial (**P₀**), Según las características de nuestra vía se determinó que la serviciabilidad final (**P_t**) encontrada se localizó dentro de los parámetros 1.8 – 2 por lo que se utilizara un valor de **1.8** para nuestro caso.

Pérdidas de serviciabilidad

Las pérdidas de serviciabilidad no es más que la diferencia que hay entre ambos términos el cual se obtiene con la siguiente ecuación.

$$\Delta PSI = P_0 - P_t \text{ Ec.}$$

$$\Delta PSI = 4.2 - 2$$

$$\Delta PSI = 2$$

4.10.2 Análisis de cargas y ejes equivalentes (ESAL's de diseño).

Cada tipo de pavimento responde de manera diferente a una carga, por los cuales cada tipo de ejes tiene diferentes factores equivalentes de carga (LEF), que también cambia según el SN (número estructural), las tablas indican los distintos tipos de carga por eje y para distintos números estructurales.

Las diferentes cargas (tipos de vehículos) que actúan sobre un pavimento producen a su vez diferentes tensiones y deformaciones en el mismo es por ende que se utilizara las cargas por eje por cada tipo de vehículo establecidas por el ministerio de transporte e infraestructura MTI.

Para realizar el cálculo de ejes equivalentes **ESAL's** de diseño se deberán tener los datos de los pesos de vehículos que circulan en la vía en estudio y el factor equivalente que se obtienen de las tablas de la ASSHTO 93, la cual variara según el tipo de vehículo, también se requiere conocer el valor del Numero Estructural de carga para este caso se asumió **(SN)=4** y la consideración de una serviciabilidad final **(P_t)= 2** , ya que estos término multiplicados por el tránsito de diseño **(TD)** transforman la carga por eje a un número de ejes equivalentes con la ecuación siguiente:

$$\text{ESAL's} = \text{TD} * \text{Factor de carga}$$

Calculo del factor equivalente de carga (LEF) para los tipos de vehículos encontrados en el estudio según el peso por eje.

Tabla 45: Cálculo de ESAL's de diseño para cada tipo de vehículo.

CALCULO DE EJES EQUIVALENTES DE 18KIPS (8.2 TON)					
Tipo de vehiculo	Peso por eje en LBS	Tipo de eje	TD	F. ESAL SN= 5, pt=2	ESAL de Diseño
Autos	2200	Simple	878275	0.00038	334
	2200	Simple	878275	0.00038	334
Jeep	2200	Simple	73960	0.00038	28
	2200	Simple	73960	0.00038	28
Camionetas	2200	Simple	1211095	0.00038	460
	4400	Simple	1211095	0.0034	4118
Micro bus	4400	Simple	18490	0.0034	63
	8800	Simple	18490	0.3346	6187
Liviano de carga	8800	Simple	637905	0.3346	213443
	17600	Simple	637905	0.9206	587255
C2	11000	Doble	915255	0.0095	8695
	22000	Doble	887808	0.164	145601
C3	11000	Doble	600925	0.0095	5709
	36300	Doble	600925	1.4325	860825
Total ESAL de Diseño					1,833,080

Fuente: Elaboración Propia.

El ESAL's de diseño que se obtuvo según el tránsito de diseño, los pesos de vehículos establecidos por el MTI y los factores de ESAL's establecidos por el manual de la ASSTHO 93 se obtuvo un valor de 1, 833,080 ejes equivalentes de 8.2 toneladas en el carril de diseño.

Confiabilidad.

En la guía de la ASSHTO 93 se establecen diferentes datos para niveles de confiabilidad en los cuales estos se clasifican según el tipo de camino y zonas en estudio, para el tramo en estudio se determinó según las condiciones en que se encuentra la vía una confiabilidad (R) de **85 %**, que pertenecen a una zona urbana con tipo de caminos colectores.

Tabla 46: Niveles de confiabilidad.

Tipo de camino	Confiabilidad recomendada	
	Zona Urbana	Zona Rural
Rurales interestatales y autopistas	85 – 99.9	80 – 99.9
Arterias principales	80 – 99	75 – 99
Colectoras	80 – 95	75 – 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Fuente: Libro de diseño de pavimento ASSHTO 93. Tercera edición. Página

4.10.3 Desviación estándar (S_0)

La desviación estándar está relacionada directamente con la variabilidad que se encuentra adjunta a todos los parámetros involucrados en el diseño, como la predicción del comportamiento del pavimento según el tránsito.

Se proseguirá a seleccionar un valor S_0 (Desviación Estándar) según el tipo de pavimento a utilizar el cual para el caso de estudio es un tipo de pavimento flexible el valor que sugiere la guía de diseño de la ASSTHO 93 es de 0.45.

Tabla 47: Desviación estándar para pavimentos rígidos y flexibles.

Condiciones de diseño	Desviación estándar
Variación de la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito	0.35 Pavimento Rígido
	0.45 pavimento Flexible
Variación de la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito	0.40 Pavimento Rígido
	0.50 pavimento Flexible

Fuente: Fuente: Guía para el diseño de pavimentos ASSTHO 93.

4.10.4 Coeficiente de drenaje.

Estos coeficientes de drenaje están clasificados según los porcentajes de tiempo que se encuentra expuestos a niveles de humedad próximos a la saturación que varían del 1% al 25% establecido por la ASSHTO 93.

Tabla 48: Coeficientes de drenaje para pavimentos flexibles.

Calidad de drenaje	% de tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	1%	1 – 5%	5 – 25%	25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy pobre	1.05 – 0.95	0.80 – 0.75	0.75 – 0.70	0.40

Fuente: manual de AASHTO 93.

Propiedades de los materiales

4.10.5 Módulo de Resiliente (MR)

Para la determinación de este se necesita la correlación del CBR de diseño las cuales se encuentran según los porcentajes.

Para porcentajes igual o menor a 10% se utiliza la siguiente ecuación

$$MR = 1500 \times CBR$$

Si los porcentajes encontrados son mayores al 20% se utiliza

$$MR = 4326 \times \ln(CBR) + 241$$

Para la determinación del módulo de resiliente se procedió a calcularse con la siguiente ecuación debido a que el CBR de diseño obtenido fue de 52%

$$MR = 4,326 \times \ln(CBR) + 241$$

$$MR = 4,326 \times \ln 52 + 241$$

$$MR = 17,334.080 \text{ PSI}$$

El módulo de resiliente para la base 1 se determinó por medio del nomograma de relación entre el coeficiente estructural para base granular y distintos parámetros resistentes del cual se obtuvo un resultado de 24,500 PSI.

4.10.6 Coeficientes Estructurales de capas

Son coeficientes que están relacionados con parámetros resistentes de bases granulares, sub base granulares, bases tratadas con asfalto y bases tratadas con cemento. Conforme a estos coeficientes, se puede proceder al diseño de un paquete estructural para un pavimento flexible lo que permite convertir los espesores reales a números estructurales (SN), generando así coeficientes para distintas capacidades de materiales las cuales contribuyen en la estructura del pavimento.

Coeficiente estructural de la carpeta de rodamiento (Adoquín) (a₁)

Según el manual Centroamericano de Pavimento (CIECA) pág. 246, el coeficiente estructural para adoquín fue un valor de 0.45 según el método de AASHTO 93.

Coeficiente estructural para base granular (a₂)

Para la capa base el coeficiente estructural se determina según el CBR de diseño. Está puede estar constituida por agregados no-tratado, es decir bases conformadas de gravas, grava cernida, macadán hidráulico, etc. Este coeficiente se obtiene según el nomograma establecido por la AASHO 93 para bases granulares

Determinación de cálculo de espesores

- Datos de diseño

TABLA DE COSTOS DIRECTOS					
Nombre del Proyecto: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE 1KM DE CALLES DEL BARRIO MIGUEL MEREL, EN EL MUNICIPIO DE LA LIBERTAD DEPARTAMENTO DE CHONTALES.					
Elaborado Por: Br. Limeyri Morales, Br. Jara Diaz, Br. Rimary Marín					
Revisado por: Ing Manuel De Jesus Gonzalez Murillo					
ITEM	ETAPAS Y SUB ETAPAS	UM	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
10	PRELIMINARES				C\$180,000.00
10.1	Limpieza inicial	M2	6,000	C\$15.00	C\$90,000.00
10.2	Trazo y Nivelacion (incluye equipo de topografia)	M2	6,000	C\$15.00	C\$90,000.00
20	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO				C\$27,000.00
20.1	Movilizacion y desmovilizacion de equipo	KM	60	C\$450.00	C\$27,000.00
30	MOVIMIENTO DE TIERRA				C\$213,240.00
30.1	Cortes				C\$63,240.00
30.1.1	Explotacion de material selecto en banco de prestamo (Incluyendo compra del material y acarreo del banco al sitio)	M³	390	C\$116.00	C\$45,240.00
30.1.2	Corte o excavacion de terreno E:20cm (incluyendo desalojo)	M³	200	C\$90.00	C\$18,000.00
30.2	Rellenos				C\$150,000.00
30.2.1	Nivelacion y conformacion (con motoniveladora) y compactada (con vibro compactadora)	M²	6,000	C\$25.00	C\$150,000.00
40	CARPETA DE RODAMIENTO				C\$3,399,510.00
40.1	Carpeta de Adoquinado 3,500 psi (247kg/cm²) con cama de Arena de 5cm de espesor (incluye junta con arenilla)	M²	6,000	C\$500.00	C\$3,000,000.00
40.1.1	Bordillos de concreto de 2500psi sin refuerzo de 0.15m x 0.30m	M³	90	C\$4,439.00	C\$399,510.00
60	SEÑALIZACION				C\$5,000.00
60.1	Uso de Rotulos de Precaucion durante el Proyecto.	GLB	1	C\$5,000.00	C\$5,000.00
70	LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA				C\$25,000.00
70.1	Limpieza de Trabajos Finales	GLB	1	C\$25,000.00	C\$25,000.00
SUB TOTAL(COSTOS DIRECTOS)					C\$3,849,750.00

- Ejes equivalentes **ESAL** = 1, 833, 080 ejes por carril de diseño
- Índice de confiabilidad "**R**": 85%
- Índice de serviciabilidad inicial "**P₀**": 4.2
- Índice de serviciabilidad final "**P_t**": 2
- Índice de pérdidas de serviciabilidad "**ΔPSI**": 2.4
- **Propiedades de los materiales**
 - Módulo de Resiliente Sub-Rasante: **17,334 PSI**
 - Módulo de Resiliente Base: **24,500 PSI**
 - Coeficiente estructural de carpeta de adoquín **a₁: 0.45**
 - Coeficiente estructural de Base **a₂: 0.118**

4.10.7 Cálculo de espesores de capas y número estructural (SN)

Cálculo de los espesores de capa

La fórmula general que relaciona el número estructural (SN) con los espesores de capa siguiente:

$$\text{SN} = a_1 * D_1 + a_2 * m_2 * D_2 + a_3 * m_3 * D_3$$

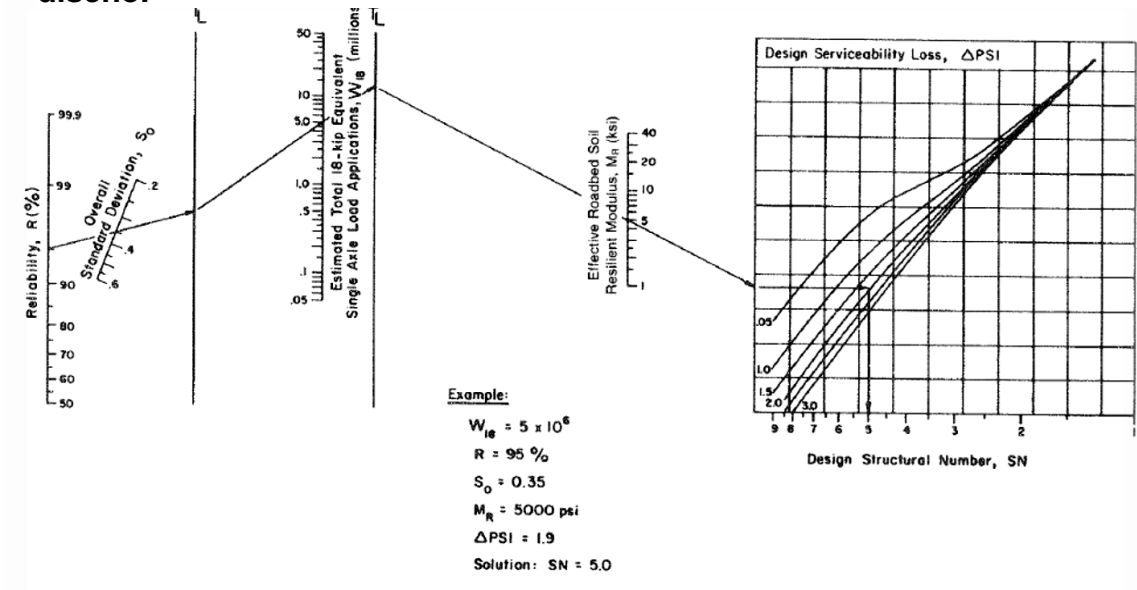
Donde:

a₁, a₂, a₃ son los coeficientes estructurales o de capa, de la superficie de rodadura, base y sub-base respectivamente.

m₂, m₃ son los coeficientes de drenaje para la superficie de rodadura, base y sub-base.

Para calcular el SN de diseño se hizo uso del nomograma el cual se obtiene dio un valor de 2.8.

Imagen 16: Monograma para el cálculo del SN (número estructural) de diseño.



Fuente: Manual de la AAHSTO 1993.

❖ Carpeta.

Carpeta de adoquín= 4"

Cálculo del número estructural para base

$$SN1^* = 4 * 0.45 = 1.8$$

❖ Base

Del nomograma se obtiene SN2=3.1

$$D2 = \frac{SN2 - SN1^*}{a_2 * m_j} = \frac{3.1 - 1.8}{0.135} = 9.62''$$

Se proponen 6 "de Base (**ver conclusiones**)

$$SN2^* = 6 * 0.135 = \mathbf{0.81}$$

❖ **Subbase**

Del nomograma se obtiene SN3= 3.18

$$D3 = \frac{SN3 - SN2^* - SN1^*}{a_3 * m_j} = \frac{3.1 - 0.81 - 1.8}{0.125 * 1} = \mathbf{3.92"}$$

Se proponen 4" de subbase (**ver conclusiones**)

$$SN3^* = 6 * 0.125 = \mathbf{0.75}$$

Para comprobar si el número estructural requerido SN es mayor o igual a los estructurales de la carpeta, base y sub-base calculados SN1, SN2, SN3.

$$SN1+SN2+SN3 \geq SN \text{ requerido}$$

$$1.65+0.81+0.75 > 3.1 \text{ OK}$$

LOS ESPESORES DE PAVIMENTO SON LOS SIGUIENTES:

- ❖ CARPETA = 10 cm (4")
- ❖ CAMA DE ARENA = 5 Cm (2")
- ❖ BASE = 15 cm (6")
- ❖ SUB BASE = 15 cm (6")

CAPITULO V: ESTUDIO ECONÓMICO

5.1 Costos de Inversión

5.1.1 Inversión fija

La inversión fija del proyecto contempla la inversión en activos fijos tangibles, tales como terreno, obras físicas; así como la adquisición de mobiliario y equipo, entre otros, para su inicio de operación.

Tabla 49: Costos Directos del Provento.

Para determinar los costos directos del proyecto se tomaron como referencia los costos unitarios de la guía de costos del fondo de inversión social de emergencia (FISE) del año 2017.

Tabla 50: Costos Indirectos y costo total del Proyecto.

COSTOS INDIRECTOS		
ADMINISTRACION	10%	C\$384,975.00
UTILIDADES	6%	C\$230,985.00
IMPREVISTO	5%	C\$192,487.50
IVA	15%	C\$577,462.50
IR	2%	C\$76,995.00
IMPUESTO MUNICIPAL	1%	C\$38,497.50
COSTOS INDIRECTOS		C\$1,501,402.50
COSTO TOTAL DEL PROYECTO		C\$5,351,152.50

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, el monto de las inversiones a realizar para la ejecución del proyecto de la construcción de adoquinado en el barrio Miguel Merel asciende a **C\$ 5,351,152.50**

Los costos antes señalados corresponden a la construcción del adoquinado.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.2 Inversión diferida

La inversión diferida se refiere a los gastos necesarios para que el proyecto se eche a andar, entre estos se consideran los gastos de formulación y supervisión del proyecto.

Tabla 51: Inversión diferida.

Descripción	Porcentaje	Monto (C\$)
Formulación del Proyecto	4%	C\$214,046.10
Supervisión del Proyecto	4%	C\$214,046.10
Total		C\$428,092.20

Fuente: Elaboración propia

Se considera un 4 % del monto de construcción para la formulación y la supervisión respectivamente.

5.1.3 Inversión total

La inversión total contempla los montos de inversión fija y diferida necesarios para que el proyecto se desarrolle.

Tabla 52: Inversión Total.

Inversion Total	
Descripción	Monto (C\$)
Activos Fijos	C\$5,351,152.50
Activos Diferidos	C\$428,092.20
Total	C\$5,779,244.70

Fuente: Elaboración propia.

El periodo de vida útil de la calle es de 20 años por el tipo de material a utilizar, recomendada por la guía sectorial de calles.

5.1.3.1 Costos de Operación.

Los costos de operación del proyecto están referidos a los costos de mantenimiento que llevará consigo la puesta en funcionamiento de la obra una vez que se encuentre culminada y en funcionamiento.

En el caso de la vialización de la calle adoquinada del barrio, es necesario que a partir del segundo año que se proporcione mantenimiento.

Tabla 53: Costo de Mantenimiento.

Costo de Mantenimiento				
Descripción	U/M	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total (C\$)
Carpeta de rodamiento	m²	6000	C\$45.00	C\$270,000.00
Derecho de via(limpieza)	ml	2000	C\$15.00	C\$30,000.00
Señalización	GLB	1		C\$0.00
Costo Total Directo				C\$300,000.00
Administración		10%		C\$30,000.00
Utilidades		6%		C\$18,000.00
IVA - 15%		15%		C\$45,000.00
IMI - 1%		1%		C\$3,000.00
IR-2%		2%		C\$6,000.00
Costo Total indirecto				C\$102,000.00
Directo + Indirecto				C\$402,000.00

Fuente: Elaboración propia

Por cada año el monto a destinar presupuestado corresponde a C\$ 402,000.00 anuales, este mantenimiento se hará durante 19 años de los 20 de vida útil porque el mantenimiento se ejecutará a partir del segundo año.

5.1.4 Beneficios del proyecto.

Proyectos como los de infraestructura vial no son generadores de ingresos debido a que, hasta el momento de realización de este estudio, no se cobre peaje en el país, el cual sería la única fuente de ingreso monetario para este tipo de proyecto social.

Como es un proyecto social sus beneficios se calculan en base a los beneficios que le otorgarán a la comunidad beneficiaria como: aumento en el valor de las propiedades disminuir enfermedades respiratorias y dengue en la población, además disminuir costos de operación de los vehículos que traficarán y mejorar la calidad de vida de los habitantes.

5.1.5 Plusvalía generada por la propiedad

El proyecto beneficiara a 120 viviendas ubicadas a ambos lados de la vía y 20 terrenos que se encuentran a lo largo del camino. El valor promedio actual de las viviendas sin el proyecto es de \$ 49,500 y de los terrenos sin el proyecto es de US\$ 165,000.000 cabe mencionar que estos solares son áreas muy grandes como para construir escuelas, centro de salud, banco, parque etc., considerando que se dará un incremento del 15 % del valor de las viviendas y terrenos con la ejecución del proyecto.

Tabla 54: Aumento de valor de las viviendas y Predios.

Descripción	U/M	Cantidad	Costo Promedio actual	%Aumento	Nuevo Valor de las Propiedades	Plusvalia
Viviendas con aumento de valor por el proyecto	C/U	120	C\$59,400,000.00	15.00%	C\$68,904,000.00	C\$9,504,000.00
Predios	C/U	20	C\$3,300,000.00	15.00%	C\$3,828,000.00	C\$528,000.00
Total					C\$72,732,000.00	C\$10,032,000.00

Fuente: Elaboración Propia.

El total del incremento de la plusvalía de las viviendas y terrenos por la ejecución del proyecto es de C\$ 10, 032,000.00.

Tabla 55: Flujo de caja.

FLUJO DE CAJA								
AÑO	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
INGRESOS								
PLUSVALIA	C\$10,032,000.00							
INGRESO ANUAL	C\$0.00	C\$90,247.50	C\$94,759.88	C\$99,497.87	C\$104,472.76	C\$109,696.40	C\$115,181.22	C\$120,940.28
TOTAL INGRESOS	C\$10,032,000.00	C\$90,247.50	C\$94,759.88	C\$99,497.87	C\$104,472.76	C\$109,696.40	C\$115,181.22	C\$120,940.28
EGRESOS								
INVERSION INICIAL	C\$5,779,244.70							
COSTO DE MANTENIMIENTO	C\$0.00	C\$402,000.00	C\$402,000.00	C\$402,000.00	C\$402,000.00	C\$402,000.00	C\$402,000.00	C\$402,000.00
TOTAL EGRESOS	C\$0.00	C\$402,000.00	C\$402,000.00	C\$402,000.00	C\$402,000.00	C\$402,000.00	C\$402,000.00	C\$402,000.00
FLUJO NETO	C\$4,252,755.30	-C\$311,752.50	-C\$307,240.13	-C\$302,502.13	-C\$297,527.24	-C\$292,303.60	-C\$286,818.78	-C\$281,059.72

Fuente: Elaboración Propia.

5.1.6 Flujo de caja del proyecto

El flujo de caja del proyecto considera la inversión inicial, 402, 000,000 el costo de mantenimiento después del primer año y los beneficios que el proyecto genera.

5.1.7 Tasa interna de retorno Económico (TIRE)

La tasa interna de retorno de una inversión o proyecto es la tasa efectiva anual compuesto de retorno o tasa de descuento que hace que el valor actual neto de todos los flujos de efectivo (tanto positivos como negativos) de una determinada inversión sea igual a cero.

Las tasas internas de retorno se utilizan habitualmente para evaluar la conveniencia de las inversiones o proyectos. Cuanto mayor sea la tasa interna de retorno de un proyecto, más deseable será llevar a cabo el proyecto. Suponiendo que todos los demás factores iguales entre los diferentes proyectos, el proyecto de mayor TIRE probablemente sería considerado el primer y mejor realizado.

En general, si la TIRE es mayor que la tasa de descuento del proyecto, el proyecto tendrá VANE positivo. Es por esto que la regla de la TIRE recomienda hacer un

proyecto si su TIRE es mayor a su tasa de descuento r

Fórmula para determinar la tasa interna de retorno.

$$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{F_n}{(1+i)^n} = 0$$

Se realizó el cálculo de la tasa interna de retorno utilizando la herramienta Excel obteniendo como resultado un valor del 9%.

5.1.8 Valor actual neto (VANE)

Valor actual neto también conocido como **VANE**, se refiere a un criterio de inversión que pasa por actualizar los cobros y pagos de un proyecto para conocer si esa inversión resulta rentable o no.

El Valor Actual Neto nos permitirá afrontar un par de decisiones. Por un lado, conocer si las inversiones a realizar merecen la pena por la obtención de beneficios y por otro comprobar qué inversión es la más ventajosa. Para ello hay que tener en cuenta los siguientes parámetros.

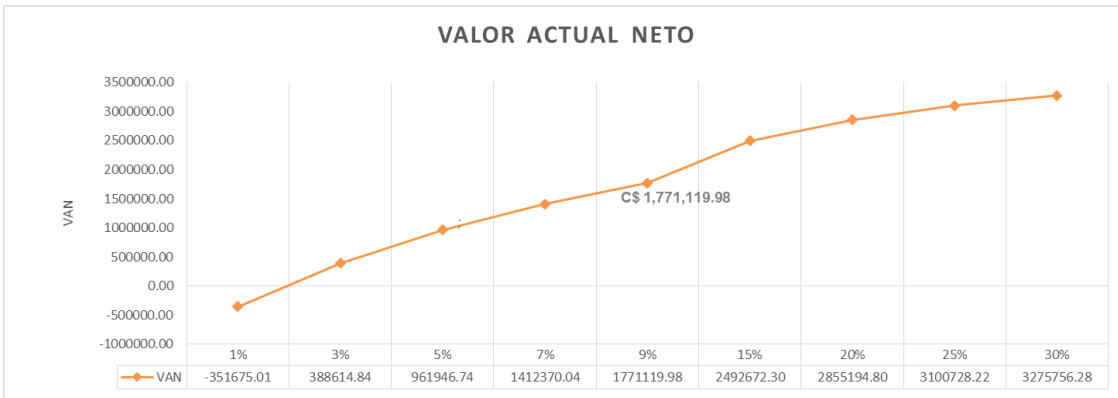
VANE superior a 0: el proyecto de inversión permite conseguir ganancias y beneficios.

VANE inferior a 0: debe rechazarse la inversión al provocar pérdidas.

VANE igual a 0: el proyecto de inversión no genera ni pérdidas ni beneficios, por lo que su ejecución provoca indiferencia.

Como ya se conoce el valor de la tasa interna de retorno TIR se realizó el cálculo del valor actual neto por el método del tanteo para ver el comportamiento del VAN utilizando diferentes tasas de descuento.

Imagen 17: Comportamiento del valor actual neto con diferentes tasas de descuento.



Fuente: Imagen propia.

Cálculo para determinar el valor actual neto (VAN)

Luego de analizar el comportamiento del VAN con las diferentes tasas de descuento asumidas se concluyó que el valor más cercano es del 9% ya que este nos genera un valor de 2% para la TIRE

Fórmula para determinar el valor actual neto

$$VAN = -I + \sum_{n=1}^N \frac{Q_n}{(1+r)^n}$$

Qn: Representa los flujos de caja de cada periodo

I: inversión inicial

n: número de periodos considerados

r: tasa de descuento

Tabla 56: Taza de descuento.

TASA DE DESCUENTO	VAN
1%	-351675.01
3%	388614.84
5%	961946.74
7%	1412370.04
9%	1,771,119.98
15%	2492672.30
20%	2855194.80
25%	3100728.22
30%	3275756.28

Fuente: Imagen propia

5.1.9 Evaluación Económica Social

Para el análisis de la Evaluación Económica-Social del proyecto se ha tomado como referencia toda la información generada en el estudio económico, correspondiente a costos de inversión, costos de operación y beneficios

Con toda la información obtenida se ha procedido a la estructuración del flujo económico, para este escenario se han realizado los cálculos del Valor actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

Con base en el flujo del Proyecto, se calcularon los siguientes indicadores para la Evaluación Económica- Social, los resultados son los siguientes.

El Valor Actual Neto (VANE) del proyecto es de **C\$ 1, 771,119.98** y la Tasa Interna de Retorno (TIRE) es de **9 %**.

En este se estiman ganancias ya que la TIR tiene un valor de 2% y la VANE distribuye a **C\$ 1, 771,119.98** en el transcurso del periodo de diseño que son 20 años esto nos quiere decir que se estima un retorno anual de **C\$ 88,555.99** al año la cual se pudiera interpretar como mínima ya que el flujo de caja lo demuestra con una **TIR= 2%**.

Este tipo de proyectos tiene una índole de inversión social, normalmente no se generan ganancias por que son directamente estructurados para el beneficio de la población y los sectores más vulnerables del país.

CAPITULO VI: IMPACTO AMBIENTAL

Se presenta el capítulo corresponde a la elaboración de la Evaluación Ambiental del proyecto **“Estudio de pre-factibilidad de 1 km de calles del barrio Miguel Merel, en el municipio de La Libertad departamento de Chontales.”**

El punto de partida para este estudio fue la definición de la línea base ambiental afectada por el proyecto. Posteriormente se identificaron los impactos perjudiciales en los factores del medio, se procedió a valorar cualitativamente dichos impactos a través de matrices de Leopold.

Se abordaron factores que son afectados como: el suelo, la salud y el ambiente humano, fauna etc. a la vez se propone medidas de mitigación para los impactos negativos críticos de la obra que se detallara posteriormente.

6.1 Leyes ambientales vigentes en Nicaragua.

La Ley No 2171 “Ley General del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales” establece las normas para la conservación, protección, mejora y restauración del medio ambiente y los recursos naturales que lo integran asegurando su uso racional y sostenible”.

El arto 3 de esta ley, fija como objetivo “la prevención regulación y control de cualquiera de las causas o actividades que originen deterioro del medio ambiente y los ecosistemas.

Así como también sus reformas ley No 647 “ley de reformas y adiciones a la ley No 217,- “Ley general del medio ambiente y los recursos naturales”, donde en su artículo 25 se mandata: “El sistema de evaluación ambiental será administrado por el Ministerio del Ambiente y de los recursos naturales en coordinación con las instituciones que correspondan”.

Esto implica que los proyectos, obras, industrias o cualquier otra actividad que por sus características, puede producir deterioro al ambiente y/o los recursos naturales, deberán obtener, previo a su ejecución, el permiso ambiental otorgado por el Ministerio del ambiente y recursos Naturales (MARENA). Según la ley los proyectos, están sujetos a un Estudio de Impacto Ambiental, lo cual es aplicado a este tema de estudio.

6.2 Análisis de la calidad ambiental del área del proyecto

Se realizará el análisis por la matriz antes mencionada cuyas escalas son las siguientes: la máxima importancia o peso (3); mientras que las situaciones no riesgosas tienen la mínima importancia o peso (1), que las situaciones intermedias tienen un peso o importancia mediano (2).

Tabla 57: Análisis de la calidad ambiental del área del proyecto.

Factor ambiental	Causas	Efectos	Nivel de riesgos
Calidad del aire	Producto de la circulación de vehículos en las calles	Formación de polvo, contaminación del aire por la emisión polvo y humo.	3
Aguas superficiales	Vertido directo de aguas servidas y desechos sólidos a fuentes de aguas superficiales.	Contaminación de aguas superficiales, con repercusión en la salud y en el ecosistema.	3
Suelos	Uso del suelo en sitios inadecuados, sin tomar en cuenta su capacidad de uso.	Erosión hídrica y eólica.	3
Geología	Modificación de la topografía sin drenajes	Erosión hídrica	2
Cubierta vegetal	Deforestación y desplazamiento de especies nativas ornamentales.	Erosión, daño al hábitat de la fauna.	3
Paisaje	Modificación de la vegetación existente.	Pérdida de la calidad del paisaje.	3
Calidad de vida	Condiciones higiénico sanitarias y epidemiológicas deficientes	Alteraciones de la salud de la población, brotes de dengue, malaria, diarrea, cólera, etc.	3

Fuente: Elaboración propia.

6.2.1 Impactos esperados al ejecutar el proyecto

El impacto generado por un proyecto se mide según las alteraciones ambientales que puede crear las diferentes acciones de la obra, tomando en consideración las diferentes etapas o estudios por los que transitará el proyecto.

De los posibles impactos negativos que deben ser considerado al momento de ejecutar las medidas de mitigación son: en la generación de ruido producida por los equipos utilizados, los riesgos de accidentes, el riesgo de contaminación producida por los derivados del petróleo.

Etapas que intervendrán al momento de la ejecución del proyecto:

1. Limpieza inicial
2. Trazo y Nivelación (incluye equipo de topografía)
3. Movilización y desmovilización de equipo
4. Explotación de material selecto en banco de préstamo (Incluyendo compra del material y acarreo del banco al sitio)
5. Corte o excavación de terreno E: 20cm (incluyendo desalojo)
6. Nivelación y conformación (con motoniveladora) y compactada (con vibro compactadora)
7. Carpeta de Adoquinado 3,500 psi (247kg/cm²) con cama de Arena de 5cm de espesor (incluye junta con arenilla)
8. Vigas de remates transversales de concreto de 2500psi sin refuerzo de 0.15m x 0.30m
9. Uso de Rótulos de Precaución durante el Proyecto.
10. Limpieza de Trabajos Finales

Una vez concluida la obra y puesta en funcionamiento las actividades que se pondrán en función serán:

1. Incremento del tráfico.
2. Conservación (pintura y limpieza).
3. Aumento de la accesibilidad.
4. Acciones ligadas a la demografía.

Tabla 58: Principales impactos que generará el proyecto.

Tipo de Proyecto	Etapas del proyecto	Actividades del proyecto	Factor ambiental impactado	Efecto directo de la acción sobre el factor ambiental	Nivel de Impacto
Estudio de prefactibilidad de 1 km de calles en el barrio Miguel Merel, municipio de la libertad departamento de Chontales.	Construcción	Trabajos preliminares	Transporte	Obstrucción del tráfico en el tramo afectado	3
		Movilización de maquinaria y equipo	Calidad del aire	Aumento de partículas de polvo	3
			Transporte	Interrupción del tráfico, desvío de vehículos	3
			Acceso peatonal	Peligros de accidentes en la zona	2
			Salud	Enfermedades respiratorias	3
		Explotación de material selecto en banco de préstamo	Calidad del aire	Proliferación de polvo	3
			Ruido	Aumento de ruido	2
		Movimientos de tierra	Calidad del aire	Aumento de partículas de polvo	3
			Transporte	Interrupción del tráfico y desvío de vehículos	3
			Acceso peatonal	Accidente en la zona	3
			Salud	Enfermedades respiratorias	3
		Carpeta de Adoquinado 3,500 psi	Calidad del aire	Aumento de partículas de polvo	3
			Transporte	Interrupción del tráfico y desvío de vehículos	3
			Acceso peatonal	Peligro de accidentes en la Zona	3
			Salud	Enfermedades respiratorias	3
		Vulnerabilidad	Población	Accidentes	3

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 59: Principales impactos que generará el proyecto.

Tipo de Proyecto	Etapas del proyecto	Actividad	Factor ambiental impactado	Efecto directo de la acción sobre el factor ambiental	Nivel de Impacto
Estudio de prefactibilidad de 1 km de calles en el barrio Miguel Merel, municipio de la libertad departamento de Chontales.	Construcción	Vigas de remates transversales de concreto de 2500psi	Calidad del aire	Aumento de partículas de polvo	3
			Transporte	Interrupción del tráfico y desvío de vehículos	3
			Acceso peatonal	Peligro de accidentes en la zona	3
			salud	Enfermedades respiratorias	3
		Limpieza final	Calidad del aire	Aumento de partículas de polvo	3
			Salud	Enfermedades respiratorias	3
	Funcionamiento	Incremento del tráfico	Calidad del aire	Aumento de emisión de humo	3
			Salud	Enfermedades respiratorias	3
		Conservación , (pintura y limpieza)	Calidad del aire	Aumento de emisión de gases tóxicos	3
			Salud	Enfermedades respiratorias	3
		Aumento de la accesibilidad	Transporte	Mayor número de vehículos en la zona	0
		Acciones ligadas a la demografía	Población	Aumento poblacional	1
		Calidad de vida	Población,	Mayor accesibilidad y mejor economía	3

Fuente: Elaboración propia-

6.3 Medidas de mitigación

Se entiende también por mitigación al conjunto de medidas que se pueden tomar para contrarrestar o minimizar los impactos ambientales negativos que pudieran tener algunas intervenciones antrópicas. Estas medidas deben estar consolidadas en un plan de mitigación, el que debe formar parte del estudio de impacto ambiental.

Tabla 60: Medidas de mitigación.

Tipo de proyecto	Acciones impactantes	Efectos	Medidas de mitigación
Estudio de prefactibilidad de 1 km de calles en el barrio Miguel Merel, municipio de La Libertad departamento de Chontales.	Trabajos de construcción	Producción de polvo	Evitar el movimiento innecesario de maquinaria
		Producción de ruidos	Regulación de horarios. Evitar el movimiento innecesario de maquinarias
		Riesgos de contaminación por grasas y combustibles	Selección de sitios para mantenimiento de la maquinaria y recolectar residuos de grasas y combustibles, los cuales deberán estar provistos de material impermeabilizante o recipientes herméticos que eviten la contaminación directa al suelo
		Desaparición de comunidades vegetales interceptadas por el proyecto y el movimiento de máquinas	Restringir destrucción de plantas, por el movimiento de la maquinaria. Posibilidad de compensación de la cubierta vegetal.
		Riesgo de daño a la infraestructura pública y privada	Reparación de daños causados a la propiedad pública y/o privada
	Trabajos en los bancos de prestamos	Alteración de la geomorfología de los bancos de prestamos	Realizar plan operativo de explotación de banco. Proporcionar el corte de taludes acorde al ángulo de reposo, evitando cortes innecesarios. (sujeto a aprobación)

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 61: Medidas de mitigación.

Tipo de proyecto	Acciones impactantes	Efectos	Medidas de mitigación
Estudio de prefactibilidad de 1 km de calles en el barrio Miguel Merel, municipio de La Libertad departamento de Chontales.	Trabajos en los bancos de prestamos	Alteración de la geomorfología de los bancos de prestamos	Realizar plan operativo de explotación de banco. Proporcionar el corte de taludes acorde al ángulo de reposo, evitando cortes innecesarios. (sujeito a aprobación)
	Trabajos de construcción	Riesgos de derrumbes o deslizamientos	Revestir taludes con capa vegetal
	Trabajos de construcción	Riesgos de contaminación por derrame de combustibles y grasas de maquinas	Selección de sitios para mantenimiento de la maquinaria, recolectar residuos de grasas y combustibles
	Trabajos de construcción	Destrucción de la vegetación	Restringir destrucción y movimiento de la maquinaria
	Trabajos de construcción	Riesgos de accidentes	Señalización y control del tráfico en el transporte y vertido de materiales
	Explotación de la infraestructura de rodamiento o caminos	Incremento de los niveles de ruido por el aumento del tránsito de vehículos y otros contaminantes	Trabajar con velocidades de diseño y evitar las fuertes pendientes del trazado
	Explotación de la infraestructura de rodamiento o caminos	Aumento de los riesgos de accidentes de tránsito	Señalización
	Explotación de la infraestructura de rodamiento o caminos	Acumulación de basura	Limpieza periódica

Fuente: Elaboración Propia.

6.4 Plan de Gestión Ambiental (PGA).

Este Plan de Gestión Ambiental contiene un conjunto estructurado de medidas que tienen como objetivo prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos ambientales y sociales negativos del proyecto, así como fortalecer los positivos, que pudieran derivarse como consecuencia de las actividades de construcción y operación del presente proyecto.

A través del PGA se define la responsabilidad en la ejecución, supervisión y monitoreo de las medidas de mitigación, protección y control, considerando al mismo tiempo su costo en los alcances de obras del proyecto. El PGA constituye un documento legal de responsabilidad ambiental que debe ser seguido en todo momento por los ejecutores de las obras.

Responsabilidades

En este proyecto de adoquinado se da la participación de un elevado número de actores, cada uno de los cuales tiene una serie de responsabilidades que quedan definidas en este Plan de Gestión Ambiental. Para las actividades de movimientos de tierra, cortes, explotación de bancos de materiales y preparación de la superficie de rodamiento, se va a contar con un contratista. El contratista tiene la obligación de ejecutar todas las medidas de mitigación y planes de manejo que le corresponda

Este supervisor está encargado de vigilar el cumplimiento de las medidas de mitigación y de los planes de manejo. En este PGA se le da el nombre de supervisión. Por último, la Unidad de Gestión Ambiental del Ministerio de Transporte e Infraestructura realizará tareas de coordinación, visitas periódicas, revisión de la obtención de los permisos, cumplimiento de la legislación vigente.

Tabla 62: Plan de Gestión Ambiental del proyecto.

IMPACTO	MEDIDA	PARÁMETRO DE MEDICIÓN	PUNTO DE CONTROL	FRECUENCIA	RECURSOS REQUERIDOS	RESPONSABLES
	cierre del área se deberá compactar, estabilizar, revegetar y/o reforestar con especies del lugar					
	<p>Instalación de letrinas móviles en sitios de concentración de trabajadores, cada 20 a 25 se deben instalar una letrina.</p> <p>Todos los desechos serán dispuestos en el sitio autorizado por la Alcaldía</p>	<p>Se instalan letrinas móviles por áreas de trabajo con concentración de más de 20 trabajadores</p> <p>Constancia de Permiso emitida por la Alcaldía</p> <p>Equipo de protección</p>	En todo el proyecto donde se ejecuten obras.	Cada 15 días	Lista de personal por área de trabajo	

	<p>Municipal; para ello el contratista deberá presentar una constancia o aval emitida por la Alcaldía.</p> <p>El personal que esté expuesto a sustancias que generen emisiones o fuertes olores deberá utilizar mascarillas protectoras y anteojos de protección ocular.</p> <p>Los desechos de lubricantes deberán recolectarse y almacenarse adecuadamente, para entregarse al suplidor.</p>					
--	--	--	--	--	--	--

	<p>El contratista deberá exigir al proveedor la recolección de estos desechos para su tratamiento.</p> <p>El contratista debe cumplir con la NTON-05 032- 10 Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Aceites y Lubricantes usados.</p> <p>Las actividades de reparación y mantenimiento de maquinarias se deben realizar en lugares autorizados para estos servicios, prohibiendo realizar estas actividades dentro del área</p>					
--	--	--	--	--	--	--

	<p>o zona cercana al proyecto.</p> <p>El repostaje de combustible se dará después de terminada la jornada laboral sin tener estacionada en la zona de las obras un tanque de combustible, será con cisternas móviles las que se retirarán después de realizado el repostaje.</p>					
<p>Generación de gases y partículas en suspensión durante la construcción</p>	<p>Mantener el equipo y la maquinaria en perfecto estado mecánico.</p> <p>Garantizar su mantenimiento periódico.</p>	<p>Se utiliza carpa para cubrir el material transportado en las unidades de acarreo.</p>	<p>Unidades que trasladan materiales (bancos de préstamos, plantales)</p>	<p>Cada 15 días</p>	<p>Cantidad de unidades, sitios de carga de materiales, programa de trabajo.</p>	<p>Del monitoreo: UGA-MTI/Alcalde Municipal/UCP-BM De aplicación de la medida:</p>

	<p>Todo mantenimiento de maquinaria deberá realizarse en lugares de servicios autorizado para tal fin.</p> <p>Queda prohibido realizar actividades de mantenimiento dentro del área de trabajo.</p> <p>No se realizará mantenimiento y reparación de equipos en la zona de las obras, en caso de darse un desperfecto mecánico estos serán trasladados al plantel para su reparación.</p> <p>Todos los</p>					
--	--	--	--	--	--	--

	vehículos del contratista, no deben emitir niveles de contaminación que excedan los límites permisibles, de acuerdo a las disposiciones establecidas en el Decreto N° 32-97, Reglamento General Para el Control de Emisiones de los Vehículos Automotores de Nicaragua.					
Generación de polvo	Humedecimiento periódico de las zonas donde se estén ejecutando actividades. Se debe prohibir, el uso de aceite quemado para el control de polvo en las áreas de	Las unidades que trasladan materiales circulan a velocidades menores de 40 Km/h. en sitios poblados y en desvíos. Riegos con agua en las áreas de rodamiento en	Desvíos	Cada 15 días	Cantidad de unidades y equipos utilizados por la empresa constructora, programa de trabajo, número de desvíos.	

	trabajo. Establecer límites de velocidad en camiones para evitar emisiones de polvo	desvíos al menos 2 veces al día en el periodo seco.				
Producción de ruidos	Brindar mantenimiento periódico a la maquinaria y equipo para garantizar su buen funcionamiento	Ordenes de mantenimiento de vehículo y maquinaria realizadas	Plantel donde se estacionan los vehículos y la maquinaria	Cada 15 días	Listado de vehículos y maquinaria	Del monitoreo: UGA-MTI/Alcaldía Municipal/UCP-BM De aplicación de la medida: MCA
Riesgo de accidentes durante la ejecución de obras y transporte de materiales	Deberá cumplirse con el Plan de Higiene y Seguridad Ocupacional. Brindar Equipo de Protección Personal a trabajadores.	Personal que utiliza equipo de protección. Instrumentos de señalización nocturna	Sitio de trabajo	Cada 15 días	Listado de Actividades a realizarse durante la ejecución de la obra y listado de personal	Del monitoreo: UGA-MTI/Alcaldía Municipal/UCP-BM De aplicación de la medida: MCA

	<p>Mantener señalización nocturna, luminosa de buena calidad de manera permanente mostrando el paso seguro de los vehículos.</p> <p>Prohibir la presencia de observadores, especialmente niños, en los sitios donde se esté trabajando con maquinaria pesada.</p> <p>Colocar señalización temporal preventiva tanto en los pasos reducidos como en los equipos de construcción parqueados para su clara identificación</p>					
--	--	--	--	--	--	--

	nocturna. Colocar señales visibles en los lugares de salida y entrada de camiones Regular la velocidad de circulación de la maquinaria que se encuentra trabajando en el proyecto					
--	--	--	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia.

De esta manera se presentaron los resultados del estudio de impacto ambiental y se presenta su análisis de resultados obtenidos en la sección de conclusiones y recomendaciones. **(Ver conclusiones y recomendaciones).**

6.4.1 Plan de Contingencia.

El objetivo principal es proporcionar una respuesta inmediata y eficiente ante las posibles eventualidades e inconvenientes que puedan obstaculizar las actividades del proyecto. Para lograrlo es necesario un programa de prevención y atención de contingencias, del cual participen todos los actores relacionados con el proyecto, con el fin de proteger la salud y vida humana, los recursos naturales y los bienes del proyecto, así como para evitar retrasos y costos adicionales. El contratista deberá tener en cuenta lo siguiente:

1. Identificar posibles amenazas durante la ejecución, y definir contingencias apropiadas para cada eventualidad.
2. Definir una estructura organizacional del personal que estará involucrado en una respuesta a emergencia.
3. Definir medidas de seguridad para evitar la ocurrencia de contingencias.
4. Establecer claros canales de comunicación con los ejecutores del proyecto.
5. Identificar áreas vulnerables que puedan requerir acción prioritaria en caso de emergencia.
6. Dar entrenamiento práctico del personal frente a la ocurrencia de emergencias.
7. Localizar de forma clara y permanente el equipo requerido para responder a las contingencias. Para la zona se han determinado los siguientes riesgos:
 - a. Sismología
 - b. Inundaciones
 - c. Erupciones volcánicas

Tabla 63 : Plan de contingencia.

Riesgo	Etapa	Medida	Responsable
Sismicidad	Antes	Capacitar al personal sobre actuar ante la ocurrencia de sismos	El contratista
		Establecer puntos de reunión del personal que se encuentren alejados de infraestructura vertical y vegetación	El contratista
		Contar con botiquín de primeros auxilios que contenga como mínimo linterna, ropa de abrigo e impermeable, radio de pilas, guantes y botas de goma, botiquín, mantas y la medicación.	El contratista
	Durante	Acudir a los puntos de seguridad establecidos	El contratista
		Detener la maquinaria	El contratista
		Evitar el pánico y establecer la calma	El contratista
	Después	Llamar a autoridades competentes en caso de ocurrir accidentes	El contratista
		Precaución por replicas	El contratista
		Evalúe daños de infraestructura y maquinarias	El contratista
Inundaciones	Antes	Contar con botiquín de primeros auxilios que contenga como mínimo linterna, ropa de abrigo e impermeable, radio de pilas, guantes y botas de goma, botiquín, mantas y la medicación	El contratista
		Capacitar al personal sobre actuar ante la ocurrencia de inundaciones	El contratista
Inundaciones	Antes (Cont.)	Establecer puntos de reunión en zonas altas	El contratista

		Tener números de emergencia a mano	El contratista
	Durante	Apagar la maquinaria	El contratista
		Trasladarse a las zonas de reunión establecidas	El contratista
		Evitar entrar en contacto con el agua ya que puede haber obstáculos que imposibiliten el tránsito o esta puede estar en contacto con aguas residuales	El contratista
	Después	Llamar a los teléfonos de emergencia en caso necesario	El contratista
		Escuche los medios de comunicación y siga las instrucciones de las autoridades y la ruta de evacuación recomendada	El contratista
Erupciones volcánicas	Antes	Establecer puntos de reunión en zonas altas y que se encuentren en dirección contraria a la dirección del viento.	El contratista
		Tener números de emergencia a mano	El contratista
		Contar con botiquín de primeros auxilios que contenga como mínimo linterna, ropa de abrigo e impermeable, radio de pilas, guantes y botas de goma, gasas, alcohol, jabón neutro, mantas y mascarillas	El contratista
	Durante	Apagar los equipos	El contratista
	Durante (cont.)	Trasladarse a las zonas establecidas, las cuales deben estar bajo techo preferiblemente, si no lo encuentra, procure respirar a través de una tela humedecida de agua o vinagre, eso evita el paso de los gases y el polvo volcánico.	El contratista
		En caso de encontrarse atrapado durante la emisión de cenizas es recomendable	El contratista

		enculillarse y cubrir la cabeza	
		Evitar las áreas bajas donde se pueden depositar gases venenosos y donde los aluviones pueden ser de mayor peligro.	El contratista
		Proteja sus ojos cerrándolos tanto como sea posible. Emplee gafas de seguridad	El contratista
		Escuche los medios de comunicación y siga las instrucciones de las autoridades	El contratista
		Emplear ropa que cubra brazos y piernas que permita protegerlos de cenizas, gases, etc.	El contratista
	Después	Llamar a los teléfonos de emergencia en caso necesario	El contratista
		Escuche los medios de comunicación y siga las instrucciones de las autoridades y la ruta de evacuación recomendada	El contratista
		Alejarse de la ceniza volcánica	El contratista
		Mantenga cubierta la piel para evitar irritaciones o quemaduras	El contratista
		Manténgase en sitios de reunión hasta nuevo aviso	El contratista

Fuente: Elaboración propia.

VII. CONCLUSIONES

7.1 Conclusiones.

En el transcurso de la elaboración de este documento monográfico titulado “Estudio de prefactibilidad de 1 km de calles de del barrio Miguel Merel municipio de la Libertad departamento de Chontales se ha concluido lo siguiente:

En el transcurso de la elaboración de este documento monográfico titulado “Estudio de prefactibilidad de 1 km de calles de del barrio Miguel Merel municipio de la libertad departamento de Chontales se ha concluido lo siguiente:

Estudio de mercado y demanda del proyecto

La demanda del proyecto es más que notable esta se logró determinar por información proporcionada por la alcaldía donde se hizo evidente que el proyecto es de interés social el cual se determinó por medio de encuestas la cual refleja la preocupación de la población y la necesidad de la ejecución de este proyecto de adoquinado.

Al final se realizó un análisis por medio del método del marco lógico con el fin de analizar los resultados obtenidos por medio de las encuestas a la población, el número de encuestas realizadas fue de 89 para una población de 1,200 habitantes.

Estudio técnico

En el año 2016 se realizó un estudio técnico con fines monográficos en varias calles de este mismo barrio los cuales sirvieron como antecedentes de esta nueva propuesta de pre-factibilidad y algunos datos como estudios de suelos y el análisis del comportamiento de tránsito en ese año.

Con los datos del estudio de suelos se retomaron para el diseño de pavimento con el nuevo volumen de tránsito en el cual se concluye que los incrementos de tráfico en 2 años no son tan grandes por y las de cargas de diseño varían poco por ejemplo en el

año 2016 se obtuvo una carga de diseño de: **255, 465 ejes equivalentes** actualmente se obtienen una carga de: **1, 833,080 ejes equivalentes**.

Obteniendo un espesor de capas para el adoquinado de:

Carpeta =	10 cm (4")
Cama de arena =	5 cm (2")
Base =	15 cm (6")
Sub base =	15 cm (6")

Estudio económico del proyecto

En este se muestra la rentabilidad del proyecto obteniendo resultados favorables para el proyecto una vez ejecutada la obra, dichos resultados se logran observar en el aumento de las propiedades que se encuentran en el transcurso de las calles beneficiadas, los ahorros en gastos de salud, combustible y mantenimiento de los vehículos.

Se obtuvo una TIRE de **2%** a favor del proyecto generando a una VANE de **C\$1,771,119.98** con una tasa de interés de un 9%.

Estudio de impacto ambiental

El estudio de impacto ambiental refleja que no existen impactos negativos a largo plazo excepto durante la ejecución del proyecto por lo que deben de tomar en consideración medidas ambientales preventivas como son las siembras de árboles en los derechos de vías destinadas por las autoridades municipales y motivar a la población aledaña a ejercer esta acción esto con el fin de contrarrestar el efecto de la contaminación del aire que producirá a futuro el incremento del flujo vehicular.

VIII. BIBLIOGRAFIA

R. Mayor Cal Rafael y G. Cárdenas. *Ingeniería de tránsito (8va Edición)*

Ministerio de Transporte e Infraestructura. (2014) *Anuario de aforo de tráfico*

American Association of State Highway and Transportation Officials (1993). *Manual de diseño de pavimentos*

Universidad Nacional de Ingeniería (2001). *Normativa de culminación de Estudios (FTC). Managua, Nicaragua.*

Universidad Nacional de Ingeniería. (2016) *Diseño de la estructura de pavimento flexible (método AASHTO 93) y drenaje menor de 3 kilómetros de calles en el barrio Miguel Merel, municipio de la Libertad, Chontales.*

Baca Urbina, Gabriel Fundamentos de Ingeniería Económica. (1999) *Mc Graw Hill, México, 2da Ed.*

Fondo de Inversión Social de Emergencia. *Módulo de Costos y Presupuestos. Catálogo de Etapas y Sub-Etapas. Maestro de costos complejos.*

Asamblea Nacional de la República de Nicaragua. (2006). *Decreto 76 – 2006.*

Sistema de Evaluación Ambiental. Publicado en la Gaceta Diario Oficial No.248 de 22 de diciembre. del 2006

ANEXOS

Foto N°1 Estación 0+100



Foto N°2 Estación 0+200



Fuente: Imagen propia

Foto N°3. Estación 0+ 300

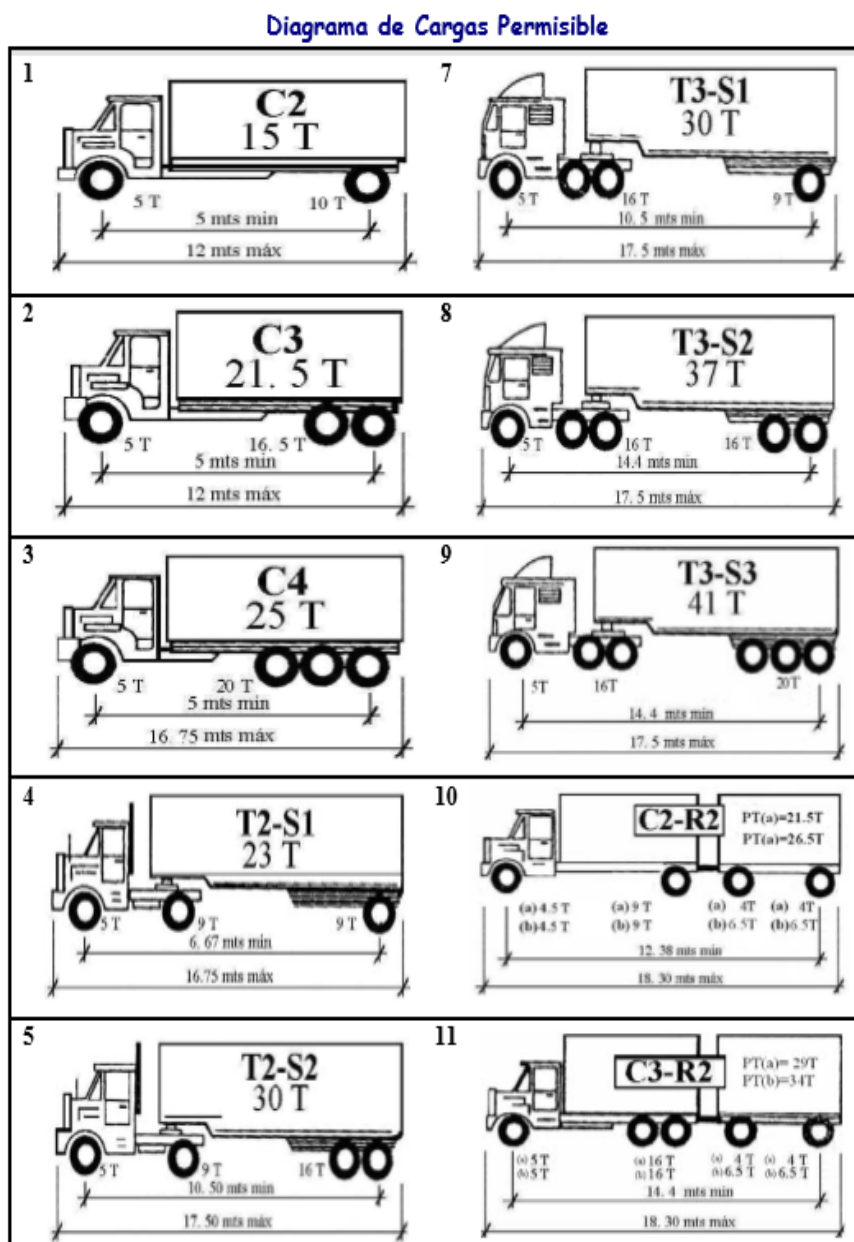


Foto N°4. Estación 0+400



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 1. Diagrama de cargas permisible.



Fuente. Ministerio de Transporte e Infraestructura

Anexo 2. Clasificación Vehicular MTI.

<div> <div>  </div> <div> <h1>CLASIFICACIÓN VEHICULAR</h1> </div> </div>			
Tipología y Descripción Vehicular de conteos de Tráfico de la Oficina de Diagnóstico y Evaluación de Pavimentos PMS			
CLASIF. VEHICULAR	TIPOS DE VEHICULOS	ESQUEMA VEHICULAR	DESCRIPCIÓN DE LA TIPOLOGÍA VEHICULAR
VEHICULOS DE PASAJEROS	MOTOCICLETAS		Incluye todos los tipos de Motocicleta tales como, Minimoto, Cuadraciclo, Moto Taxi, Etc. Este último fue modificado para que pudiera ser adaptado para el traslado de personas, se encuentran más en zonas Departamentales y Zonas Urbanas. Moviliza a 3 personas incluyendo al conductor.
	AUTOMOVILES		Se consideran todos los tipos de automóviles de cuatro y dos puertas, entre los que podemos mencionar, vehículos coupe y station wagon.
	JEEP		Se consideran todos los tipos de vehículos conocidos como 4*4. En diferentes tipos de marcas, tales como TOYOTA, LAND ROVER, JEEP, ETC.
	CAMIONETA		Son todos aquellos tipos de vehículos con lona en la parte trasera, incluyendo las que transportan pasajeros y aquellas que por su diseño están diseñadas a trabajos de carga.
	MICROBUS		Se consideran todos aquellos microbuses, que su capacidad es menor o igual a 14 pasajeros sentados.
	MINIBUS		Son todos aquellos con una capacidad de 15 a 30 pasajeros sentados.
	BUS		Se consideran todos los tipos de buses, para el transporte de pasajeros con una capacidad mayor de 30 personas sentadas.

Fuente. Ministerio de Transporte e Infraestructura.

FLUJO DE CAJA

PLANOS

REQUERIMIENTOS ACADÉMICOS